

Volcans à risques du Vanuatu à l'Equateur

Explosion dans le lac de lave
du cratère Mbuelesu.
Caldera d'Ambrym-Vanuatu
Octobre 1993
Photo : Mark Lowen

ORSTOM

Actualités N°45

En révélant un type d'éruption jusqu'alors inconnu, le 18 mai 1980, le Mont Saint Helens (USA) rappelait à la communauté scientifique combien sa connaissance des phénomènes volcaniques demeurerait incomplète. Au cours du siècle écoulé, d'autres éruptions aux conséquences dramatiques (Montagne Pelée en 1902, El Chichón au Mexique en 1982; Nevado del Ruiz en Colombie, 1985...) ont montré qu'un volcan au repos peut surprendre, non seulement par son réveil, mais aussi par la nature et le déroulement de l'éruption qui suit. L'étude et la surveillance des volcans est donc indispensable. L'Orstom a développé durant quatre ans un programme d'étude et de surveillance des volcans du Vanuatu. Fort de cette expérience, l'Institut entreprend actuellement un nouveau programme en Equateur.



Vue aérienne du cratère sommital d'Ambae (Lac Vouï, Vanuatu) noter la végétation sur le pourtour du lac, roussie en juin 1991 par un important dégazage de SO₂.

L'activité des grands volcans des zones de subduction, variable dans le temps, souvent violente et soudaine, est aussi très diversifiée. Certaines éruptions ne se produisent qu'un nombre limité de fois - voire qu'une seule fois au cours de leur histoire. Elles en sont d'autant plus redoutables.

De telles propriétés expliquent la difficulté d'évaluer "aléas" et "risques" liés à ces appareils. L'aléa est le phénomène - volcanique dans le cas présent - représentant une menace au cours d'une période donnée. Sa caractérisation et son évaluation relèvent en premier lieu d'une bonne connaissance de la géologie et de la géophysique du volcan. Le risque est la probabilité d'une perte en vies ou en biens dans la zone soumise à l'aléa. Il dépend donc de ce dernier, mais aussi de la densité de population

et du patrimoine concerné, et ne peut être évalué sans enquêtes de vulnérabilité.

SURVEILLANCE ET RECHERCHE FONDAMENTALE

Une approche partielle, uniquement géophysique par exemple, du risque volcanique peut laisser croire que la surveillance d'un volcan "en activité", ou d'un volcan dit "actif", et l'étude des répercussions sur l'environnement (cartes de risques) sont suffisantes à un programme de réduction des risques. Outre le fait qu'une telle approche ne prend pas en compte les appareils "potentiellement actifs", les mesures géophysiques en temps réel ne fournissent qu'un instantané, actuel, de cette activité. Or, depuis qu'ils sont observés, la plupart des volcans explosifs n'ont

dévoilé qu'un faible échantillonnage des types d'éruption qu'ils peuvent engendrer. Un programme de surveillance ne saurait donc aller sans la reconstitution des événements passés, celle des stades de développement successifs, la définition des aléas (nature et fréquence), ainsi



Volcans Popocatepetl et Iztacchuatl, au Sud-Est de Mexico.

que la compréhension des mécanismes internes qui les produisent. Pour établir des modèles d'évolution, des scénarios éruptifs et comprendre la logique qui les régit, le géologue dispose de moyens et de méthodes variés dont les principaux sont la stratigraphie et la physique des dépôts (téphrochronologie*, sédimentologie, morphoscopie), ou encore l'évolution magmatique (pétrographie* et géochimie). L'activité en période de crise peut alors être comparée aux modèles préalablement établis, aussi indispensables que les cartes de risques.

En combinant datations au carbone 14 et observations de détail, le géologue peut aujourd'hui établir une stratigraphie fine des produits dont l'âge ne dépasse pas dix à vingt mille ans, et appréhender le déroulement des phases d'activité récentes. Ainsi, il a été montré que malgré de larges différences, le développement des grands volcans du Mexique, de Colombie ou d'Indonésie, suit un même schéma. Des phases d'édification par des coulées, de quelques milliers d'années en moyenne, alternent avec des phases plus courtes, de l'ordre de 1 000 à 2 000 ans, au cours desquelles des dynamismes éruptifs variés, effusifs* et explosifs*, se manifestent suivant des cycles plus ou moins réguliers, de quelques dizaines à quelques centaines d'années. Des événements majeurs, explosifs pour la plupart, séparent ces phases ou ces cycles d'activité.

A titre d'exemple, le Popocatepetl (Mexique) a connu des périodes de construction lavique de 3 000 à 5 000 ans, séparées par des intermèdes de 1 000 à 2 000 ans présentant épisodiquement des explosions cataclysmales. Le dernier intermède a commencé il y a 1200 ans et n'est probablement pas terminé. Les cycles qui le composent sont actuellement au nombre de trois. Un cycle débute par de fortes explosions génératrices de nuées ardentes* et par

l'élargissement d'un grand cratère; il se poursuit par l'épanchement de laves de plus en plus visqueuses, ou la montée d'un dôme obstruant le conduit jusqu'au prochain épisode cataclysmal. Environ 300 000 personnes vivent sur les basses pentes du Popocatepetl, sur les produits des nuées ardentes de l'un de ces cycles, émises il y a 1200 ans. Au Fuego de Colima, autre grand volcan du sud mexicain, dont la dernière éruption cataclysmale eut lieu en 1913, la durée de chaque cycle n'est que de 100 à 150 ans. Cette méthode est évidemment loin d'être infaillible. En premier lieu parce qu'elle repose sur une présomption de répétitivité des événements passés. De plus, bien que fréquent, le type de scénario observé dans ces deux exemples n'est pas unique et il importe de connaître les variantes propres à chaque volcan. Comme nous le verrons plus loin, les paramètres régissant le fonctionnement d'un volcan sont nombreux, qu'ils soient d'origine interne et propres au volcan (conditions magmatiques...) ou externe (environnement tectonique...). Une modification inattendue de l'un de ces paramètres peut changer radicalement le fonctionnement "habituel" de l'appareil, entraînant l'apparition de nouveaux dynamismes éruptifs. Même si cette modification est décelée à temps, il faut aussi que le scientifique soit capable d'en donner une interprétation en termes d'activité à venir. Cela n'est possible que s'il dispose de points de références, basés sur des études fondamentales, comparatives, de terrain ou expérimentales.

A toutes les étapes de cette démarche, nous constatons combien un programme de surveillance est étroitement lié aux recherches fondamentales. A l'échelle d'un pays, un programme de réduction des risques volcaniques commencera par l'étude du passé plus ou moins lointain des volcans actifs ou potentiellement actifs, la recherche de leur fonctionnement propre, des caractéristiques de leur environnement, et de leurs relations avec cet environnement. Cette phase permet d'identifier les édifices les plus dangereux; viennent ensuite l'évaluation des risques et la mise sous surveillance. Cette dernière nécessitant souvent d'établir des priorités, l'avis des scientifiques est encore primordial pour les choix à faire. Parallèlement à ces recherches, d'autres tâches sont du ressort des autorités du pays: identification des installations sensibles et planification des zones de constructions



Cônes actifs à l'intérieur de la caldera d'Ambrym au Vanuatu.

futures, planification des évacuations si une menace se précise, et des secours dans l'éventualité d'une catastrophe.

VANUATU : UN TYPE DE VOLCANS PARTICULIER

Les travaux de l'équipe de volcanologie de l'Orstom trouvent donc naturellement leur place dans les premières phases d'un programme de ce type appliqué à un pays en développement. La surveillance volcanique nécessite généralement des moyens lourds, développés dans quelques observatoires près de volcans-

laboratoires, mais qui ne peuvent pas être installés sur les quelque 600 volcans actifs du globe. Au cours de ces dernières années, la technologie nécessaire à un suivi minimal de l'activité volcanique (comptages sismologiques, intensité du flux de chaleur) et à la transmission des données par satellite - une solution commode pour l'étude des sites d'accès difficile, mais onéreuse - a été acquise par cette équipe. Après avoir testé la fiabilité et l'efficacité d'un matériel léger pendant plusieurs années dans un environnement rude (volcans déserts Matthew et Hunter; "Orstom Actualités" n°15, 1986), son

installation au Vanuatu a été envisagée en 1990 dans le cadre d'un programme de réduction des risques. Les recherches fondamentales développées parallèlement avaient trois objectifs :

- la caractérisation du volcanisme (fortement explosif, lié à la production de produits pyroclastiques, parfois des ignimbrites* et dans un contexte magmatique basique) ;
- l'élaboration de modèles de développement des appareils volcaniques (en insistant sur le stade caldera* et les dynamismes éruptifs qui précèdent et suivent ce stade);



Le Mont Garet dans la caldera de Gaua (Vanuatu).

- les relations entre ces développements, l'évolution magmatique globale de l'arc insulaire dans le temps et l'espace, et son environnement sismo-tectonique. Ces questions faisant appel à une bonne connaissance du contexte structural régional (nature, épaisseur et fracturation de la croûte) et de l'environnement géodynamique (vitesse de subduction, géométrie des zones d'affrontements...), l'équipe a dû intégrer recherches en mer et recherches à terre, les appareils émergés ne représentant que les stades les plus récents d'une longue évolution. Bien que situés dans un contexte tectonique d'arc insulaire relativement classique, les volcans du Vanuatu relèvent d'un type particulier du fait de plusieurs facteurs propres à l'arc des Nouvelles-Hébrides :

- un taux de production exceptionnel de basaltes, plus ou moins enrichis en volatils et éléments tels que K, Rb, Ba, La... dès leur genèse dans le manteau.
- une croûte suffisamment épaisse permettant le piégeage de volumes importants de magma à faible profondeur.
- un environnement océanique et un régime tectonique local distensif* permettant de violentes interactions eau-magma, génératrices d'événements cataclysmiques.

Le début du développement des appareils ressemble à celui des volcans hawaïens, avec une activité relativement calme, essentiellement effusive et régulière. L'installation d'une chambre intra-

crustale* et la différenciation magmatique qui s'y produit font ensuite dévier cette évolution vers des dynamismes explosifs. Toutefois, d'importantes différences existent avec les volcans d'autres arcs océaniques ou continentaux, qui ne sont pas sans conséquences sur le déroulement et la fréquence des cycles éruptifs. L'alimentation continue des chambres et leur vidange régulière vers le haut limitent l'action des processus de différenciation magmatique et les édifices demeurent pour l'essentiel basaltiques. On pourrait donc s'attendre à des dynamismes beaucoup moins explosifs que dans les volcans des Andes. Ce n'est pas le cas, car d'intenses interactions eau-magma interviennent régulièrement, déclenchant des éruptions d'ampleur moyenne ou aussi violentes que celles produites lors de la formation des caldérans continentales, au cours desquelles plusieurs dizaines de km³ de matériaux (cendres, blocs, ponces) peuvent être émis. Cette forte explosivité explique les dimensions anormalement grandes des caldérans associées aux volcans du Vanuatu. Là résident l'originalité de ces volcans et le risque majeur qu'ils représentent. Deux exemples sont remarquables : il y a environ 2 000 ans, la caldera d'Ambrym (12 km de diamètre) et le cône de tufs exceptionnellement large qui l'entoure, se sont formés à la suite de fortes explosions hydrobasaltiques pendant lesquelles au moins 25 km³ de magma ont été éjectés. Depuis, l'activité



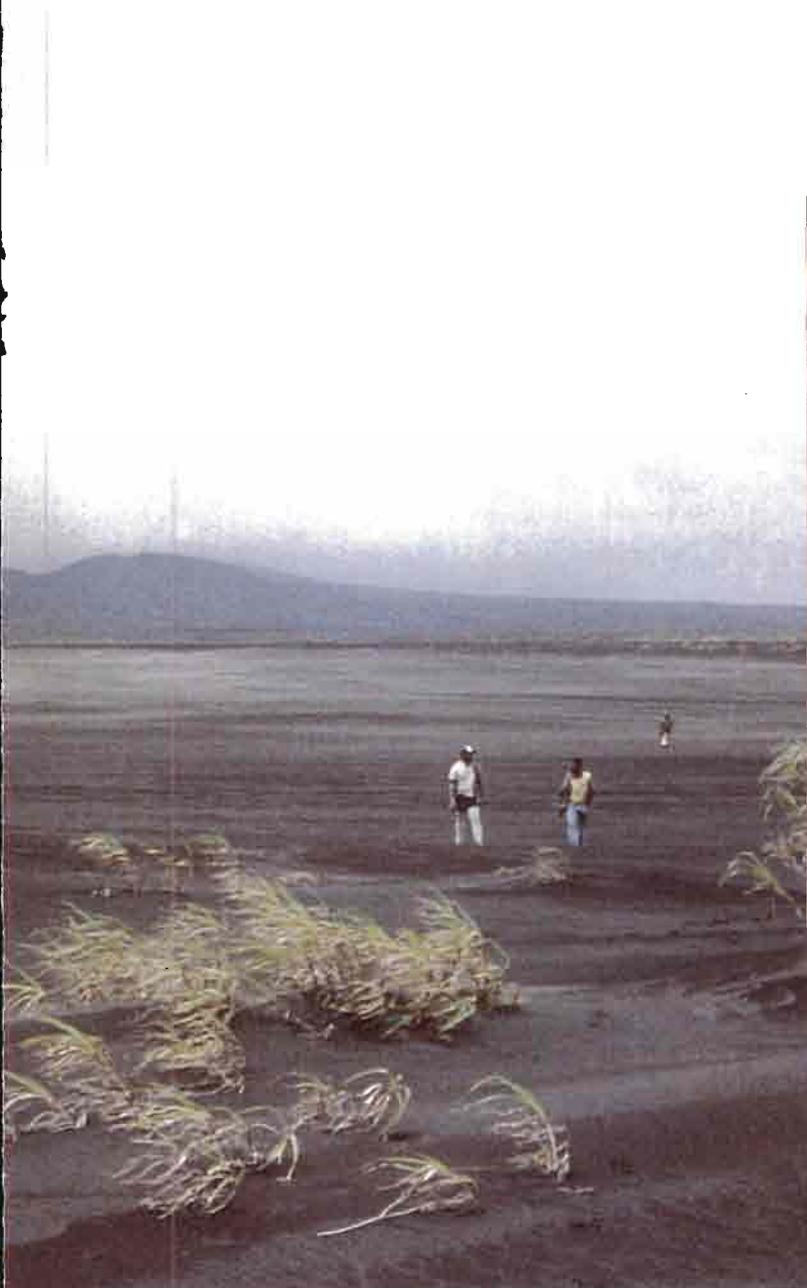
En bordure de la caldera d'Ambrym. Plaine de cendre, limite de la hauteur

persistante des cônes édiés à l'intérieur de la caldera se caractérise par l'alternance d'épisodes explosifs et effusifs. En 1913-1914, lors d'une éruption exceptionnelle, de volumineuses coulées ont envahi la caldéra, la débordant en plusieurs endroits, alors que de nouvelles bouches se formaient au pied du cône et sous la mer, ravageant les extrémités de l'île. Une telle crise démontre le potentiel éruptif encore important de la chambre sous-jacente, constamment réalimentée par des montées de magma profond. Un taux exceptionnel de production de basaltes est à l'origine du volume du volcan d'Aoba (2500 km³) qui

a lui aussi connu d'importantes phases explosives susceptibles de se répéter à l'avenir.

UN CATACLYSME COLOSSAL

D'après la tradition orale, Kuwae était une terre englobant les îles Epi et Tongoa qui se serait fragmentée au cours d'un cataclysme volcanique au 15^{ème} siècle. Une campagne du navire Alis, de l'Orstom, a permis de préciser les limites de la caldera formée lors de cet événement, probablement le plus important que l'homme moderne ait connu par les dimensions de la structure caldérique



végétation. Dernière fougère arborescente avant les cratères.

(12 x 6 km), l'amplitude de l'effondrement (entre 800 et 1 100 m) et le volume de magma éjecté (32 à 39 km³). Une violente crise sismique, accompagnée de larges glissements en mer et de tsunamis*, a précédé l'éruption dont les nuées ardentes recouvrirent entièrement Tongoa. Les changements climatiques consécutifs à cette éruption furent perceptibles à l'échelle planétaire, comme le montre l'anomalie de l'acidité des glaces du Groenland, observée en 1452-1453. Alertée par les phénomènes pré-curseurs, une partie des habitants eut le temps de se réfugier à Efaté. Cet événement volcanique a eu une magnitude

comparable aux éruptions de Santorin (Grèce), il y a 3 600 ans, et de Tambora (Indonésie), en 1815, cette dernière ayant provoqué la mort de près de 100 000 personnes.

Dans une optique de prévention du risque volcanique, il est important de bien comprendre l'activité durant les phases initiales d'un tel cataclysme; l'analyse détaillée des produits a souligné le rôle important de l'eau dans le déclenchement et le déroulement de l'éruption de Kuwae. Un cône volcanique, le Karua, occupe actuellement la caldéra. Au cours des cent dernières années, les causes de six émergences de ce cône

Volcans de alto riesgo de Vanuatu a Ecuador

La erupción del Monte Sta. Elena (EEUU) en 1980, que revelara un tipo de erupción hasta ahora desconocido, hizo recordar a la comunidad científica que aún tiene mucho que aprender acerca de los volcanes y que aún está lejos de poder predecir su comportamiento (no solamente la amenaza de una erupción, sino también su tipo y sus consecuencias, desde los flujos de lava hasta las nubes de ceniza y las avalanchas de lodo). Sobre todo teniendo en cuenta que muchos volcanes se encuentran cerca de zonas densamente pobladas e incluso cerca de ciudades importantes.

Orstom ha desarrollado un equipo ligero destinado a monitorear volcanes (la única manera de poder estudiar un gran número de sitios diferentes). El equipo, que ya ha sido probado en el Pacífico, se utiliza hoy en día en Vanuatu y Ecuador. A pesar de que Vanuatu se encuentra en una región típicamente volcánica (las islas se sitúan a lo largo de una zona de extracción), sus volcanes presentan características muy particulares: producen grandes cantidades de basalto, con cantidades variables de elementos volátiles y K, Rb, Ba, La, etc.; en esta región la corteza terrestre es densa, por lo que grandes cantidades de magma pueden quedar atrapadas en cavidades poco profundas; además, en dicha zona las interacciones violentas de magma y agua se producen con mucha frecuencia, acompañadas de cataclismos colosales.

A fines de 1994, se recogieron los datos de los 6 volcanes principales de Vanuatu, y en estos momentos se lleva a cabo el monitoreo de los 3 volcanes más activos del archipiélago, con el fin de registrar su desarrollo durante el periodo previo a la erupción.

Actualmente, miembros del personal reciben capacitación en el área para dar mantenimiento al sistema e interpretar los datos. Según la tradición oral, las islas de Epi y Tongoa formaron alguna vez el territorio de Kuwai, el cual se partió en dos después de un cataclismo volcánico en el siglo XV.

Investigaciones efectuadas en el océano han comprobado ampliamente esta erupción y la fecha aproximada en la que ocurrió. Mientras tanto, un programa de 6 a 7 años se ha puesto en marcha en Ecuador y posiblemente se extienda a otros países de la cordillera Andina. La razón es que también en esta zona, las enormes diferencias de forma y comportamiento entre los volcanes, causadas básicamente por el mismo fenómeno tectónico, continúan siendo un misterio. Solamente Ecuador cuenta con más de treinta volcanes "activos" o "potencialmente activos"; dada la importancia de los productos hidromagmáticos que expulsan, los volcanes del Ecuador son uno de los mejores ejemplos que pueden encontrarse para abordar este tipo de investigaciones.

High-risk volcanoes from Vanuatu to Ecuador

When Mount St Helens in the USA erupted in 1980, the hitherto unknown pattern of eruption reminded scientists that they still have much to learn about volcanoes and a long way to go before they can predict their behavior - not only the occurrence of an eruption, but also its type and consequences, from lava flows to ash clouds and mudflows. And many volcanoes are located close to densely populated areas, or even major cities. Orstom has developed lightweight equipment for monitoring volcanoes - the only way of studying a large number of different sites. Already tested in the Pacific, the equipment has lately been used in Vanuatu and Ecuador.

Although Vanuatu is situated in a fairly typical volcanic zone - an island arc alongside a subduction zone - its volcanoes have a number of particular features: they produce a great deal of basalt, with varying amounts of volatile elements and K, Rb, Ba, La etc.; the earth's crust is thick in this region, so that large quantities of magma can be trapped at shallow depths; and the site is particularly likely

to produce violent water-magma interactions with accompanying cataclysmic events.

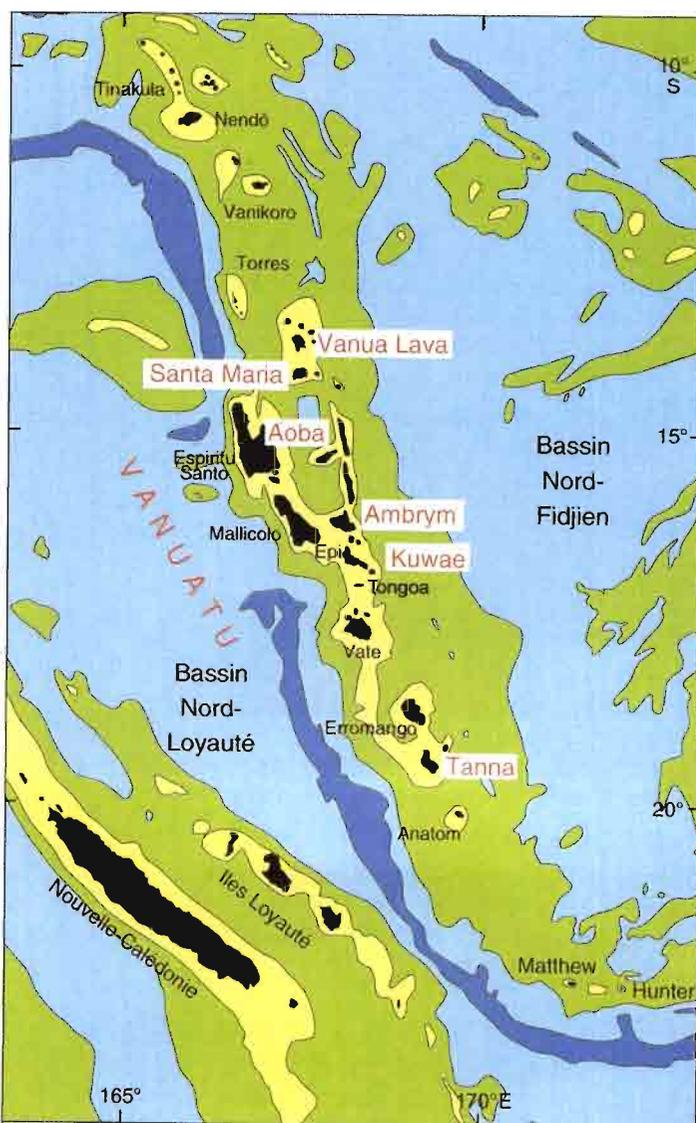
Data acquisition from the six biggest volcanoes on Vanuatu was completed at the end of 1994, and monitoring is in progress on three of the most active volcanoes in the archipelago to record developments in the pre-eruption period. Local staff are being trained to maintain the system and interpret the data. According to the local oral tradition, the islands of Epi and Tongoa were once part of the land of Kuwai, which broke up in a volcanic cataclysm in the fifteenth century. And sure enough, ocean surveys have confirmed the event and its approximate dating.

Meanwhile in Ecuador, a 6-7 year program is under way which may be extended to other countries of the Andes. For here too, the great differences in form and behavior among volcanoes basically caused by the same tectonic feature are still poorly understood. Ecuador alone has more than thirty "active" or "potentially active" volcanoes.

Comme pour la grande majorité des volcans andins, les risques majeurs à proximité de ces appareils sont liés à deux types d'aléas: d'abord, l'émission de coulées pyroclastiques au sens large (y compris avalanches sectorielles de dômes ou de flancs, coulées pyroclastiques magmatiques, souffles dirigés...) et de retombées pliniennes* généralement associées à l'émission de ces coulées, puis la formation de coulées de boues d'origine volcanique (lahars) provenant de la mise en mouvement de matériaux meubles, pendant ou après leur dépôt, par mélange avec les eaux

superficielles. Les coulées formées, extrêmement dévastatrices, représentent un risque omniprésent dans tous les appareils (éruptions en période de pluies), qui peut se révéler catastrophique par la présence de lacs de cratères ou de volumineuses calottes glaciaires couvrant les sommets (cf. la destruction d'Armero en Colombie, en 1985 lors de l'éruption du Nevado del Ruiz). Rares sont les volcans andins qui n'ont pas une importante réserve d'eau à proximité de l'événement principal. Les recherches devront donc être axées sur la modélisation de ce type de risque.

L'arc volcanique des Nouvelles-Hébrides.



Toponymie de l'Arc des Nouvelles-Hébrides. Le nom des îles étudiées est écrit en rouge

■	îles
■	moins de 1000 m
■	1000-3000
■	3000-5000
■	plus de 5000 m

méritent aussi d'être identifiées, autant sur le plan scientifique que prévisionnel : s'agit-il de simples cycles de construction-érosion marine, ou bien de pulsations du toit de la chambre* sous-jacente, en relation avec de nouvelles alimentations profondes accompagnant les phases d'activité ?

En 1994, l'acquisition des données géologiques sur les six plus importants édifices volcaniques de Vanuatu s'est achevée ; un dispositif minimal de veille est actuellement opérationnel sur les trois volcans les plus actifs de l'archipel; il permet de caractériser leur activité et de suivre leur évolution en période pré-éruptive. Ce programme est actuellement complété par la formation de personnel local pour la maintenance du système et l'interprétation des données.

L'un des buts du programme Vanuatu était de se doter d'outils et d'un savoir-

faire utilisables par la suite dans des zones à fortes densités de population.

LES VOLCANS DES ANDES : DEUX RISQUES MAJEURS

Début 1993, des discussions avec les scientifiques chargés de la surveillance volcanique en Equateur ont abouti à l'élaboration d'un programme de plusieurs années qui a débuté en octobre 1994. Proposé dans le cadre de la Coopération franco-équatorienne, ce programme est susceptible de se développer à moyen terme vers d'autres pays d'Amérique latine. Il se veut pluridisciplinaire et s'appuie sur la coordination entre recherches géologiques et géophysiques.

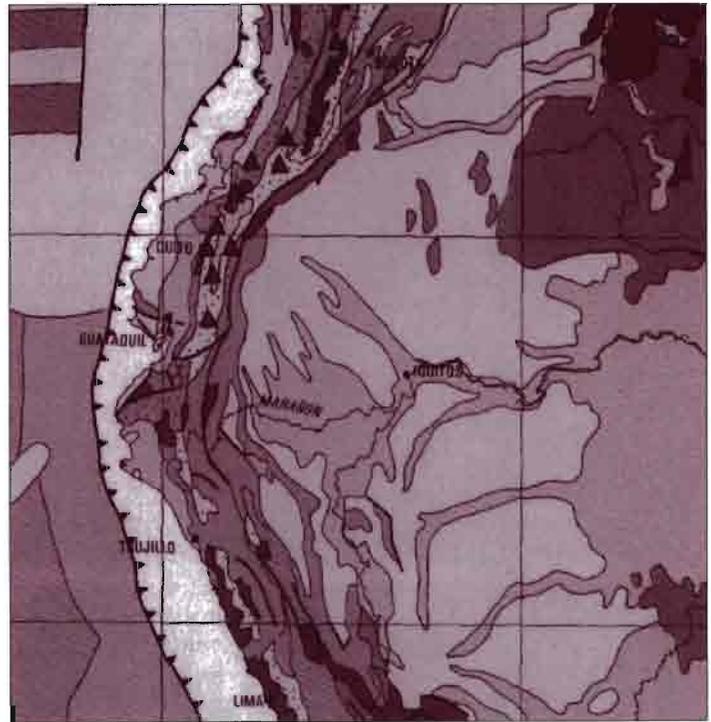
En Equateur, 11 volcans sont actifs et plus de 20 réputés potentiellement actifs, souvent proches de grandes agglomé-

UNE SITUATION SISMO-TECTONIQUE REMARQUABLE

La chaîne volcanique équatorienne (350 km de long avec une largeur moyenne de 80 km) prolonge la chaîne colombienne, formant une province géologique nord-sud de plus de 1000 km. Une comparaison entre cette province et celle de la chaîne volcanique trans-mexicaine soulève d'importantes questions. Alors qu'elles comprennent un nombre comparable de grands édifices et qu'elles ont toutes deux pour cause la disparition d'une plaque océanique sous un continent, au Mexique on compte plusieurs milliers de cônes de dimensions modestes, comme le Paricutin, alors qu'en Colombie-Equateur les appareils de ce type sont pratiquement absents. Si l'on considère que ces cônes représentent autant de témoins d'une possible réalimentation des réservoirs situés sous les grands volcans, il est certain que l'évolution de ces derniers ne se fait pas au même rythme d'une province à l'autre. Le développement de chaque volcan représente alors un cas particulier, lié à de nombreux paramètres. L'un de ceux-ci est le taux de production magmatique au niveau des sources, lui-même fonction du contexte tectonique régional et local. La configuration (volume, étendue), la situation dans l'espace (profondeur dans la croûte) et la localisation des réservoirs par rapport aux accidents tecto-

niques sont aussi des facteurs essentiels régissant l'évolution magmatique et les cycles éruptifs. Pourquoi le volcan Azufra, (frontière Colombie-Equateur), avec deux calderas successives liées à l'émission de rhyolites* connaît-il un développement si différent de celui de son voisin le Galeras dans lequel la différenciation magmatique ne dépasse pas le stade des andésites* ?... et dans lequel les cycles et dynamismes éruptifs, donc les risques, apparaissent si différents?

Dans nombre de ces volcans, la répétition d'un type d'éruption (avalanches sectorielles, par exemple) dans une ou plusieurs directions préférentielles est observée sans qu'aucune explication valable n'ait encore été proposée. La connaissance de l'environnement tectonique superficiel, la répartition de la sismicité et les mécanismes au foyer sous les appareils sont certainement les clés pour déterminer les zones actives ou potentielles de montées magmatiques et les directions préférentielles de fragilisation des édifices en surface. Une partie des recherches doit donc s'attacher à établir les relations entre structures et mécanismes profonds d'une part et ceux de sub-surface ou de surface (fonctionnement des chambres, interactions magma-eau) d'autre part, ces derniers conditionnant les dynamismes éruptifs et la nature des produits. Les volcans des Andes sont particulièrement propices à de telles études.



La chaîne volcanique équatorienne (350 km de long avec une largeur moyenne de 80 km) prolonge la chaîne colombienne, formant une province géologique nord-sud de plus de 1000 km

ACQUISITION D'UN RÉSEAU SISMOLOGIQUE PORTABLE

La problématique générale des recherches volcanologiques et pétrologiques en Equateur demeure la même qu'au Vanuatu avec une composante "risque volcanique" plus forte et la for-

mation de scientifiques équatoriens au niveau du doctorat. L'étude des dynamismes éruptifs et des processus magmatiques associés, l'établissement de modèles d'évolution et de scénarios éruptifs, et les relations entre l'évolution globale des volcans étudiés et le contexte morpho-structural constitue-

Glossaire

Andésite : roche volcanique de composition intermédiaire entre rhyolite et basalte, caractéristique des volcans des zones de subduction.

Caldera : dépression de grandes dimensions, plus ou moins circulaire, dans un édifice volcanique, pouvant résulter d'une explosion ou d'un effondrement.

Chambre intracrustale : réservoir dans la croûte dans laquelle se différencie le magma.

Dynamismes effusifs et explosifs : émissions, en surface, de laves fluides (d. effusif) ou de matériaux visqueux riches en gaz (d. explosif).

Pétrographie : discipline concernant la description et la

classification des roches

Produits pyroclastiques : constitués de matériaux (bombes, blocs, cendres...) juvéniles ou non, fragmentés au cours de l'éruption par l'expansion des gaz magmatiques ou la vaporisation d'eau extérieure au contact du magma (dans ce cas, l'éruption est dite hydromagmatique ou phréatomagmatique); ces matériaux sont mis en place sous forme de coulées pyroclastiques (nuées ardentes) qui ravagent tout sur leur passage, et dont les dépôts, soudés ou non par la chaleur, sont appelés ignimbrites. Les éléments les plus fins, emportés vers le haut dans le panache, sont transportés par les vents et s'accumu-

lent plus ou moins loin de l'événement sous forme de retombées (retombées pliniennes).

Régime tectonique local distensif : mouvements liés à l'extension de blocs crustaux (fragments de croûte).

Rhyolite : roche volcanique riche en silice (composition proche des granites)

Solfatare : zone d'émission en surface de gaz sulfurés et de vapeur d'eau.

Téphrochronologie : chronologie basée sur l'étude et la datation de dépôts volcaniques fragmentés (tephra).

Toit de la chambre : partie supérieure d'une chambre magmatique (cf. chambre intracrustale)

Tsunami : vague océanique de grande amplitude provoquée par une éruption volcanique ou un séisme sous-marin

Volcan "actif" : c'est un volcan dont une éruption au moins a été observée et reportée. Tous les volcans actifs ne sont donc pas actuellement "en activité". Cette définition trop restrictive, car basée sur la notion de période historique, inégale suivant les pays, tend à être élargie, et l'on tient de plus en plus compte des éruptions découvertes et datées par des méthodes scientifiques. Ainsi, les volcans pour lesquels une activité a été décelée au cours des dix derniers millénaires, sont estimés "potentiellement actifs".

ront les points forts des recherches. Les principaux volcans d'Equateur sont actuellement surveillés par les Equatoriens au moyen d'une station télémétrée par édifice. Un réseau sismologique d'une vingtaine de stations, actuellement en cours d'acquisition, permettra de compléter sur le plan géophysique l'étude géologique des appareils par l'étude des signaux en période de crise et par une vision en 3 dimensions de la sismicité volcanique et locale. Cette configuration 3 D en période d'activité normale, obtenue par des opérations de quelques mois pour chaque volcan constituera un point de référence indispensable en cas de crise. Grâce aux stations d'alarme déjà en place, il sera aisé d'intervenir au moment opportun (petites crises sismiques). Ce réseau servira aussi au suivi des crises pré-éruptives et au suivi des éruptions.

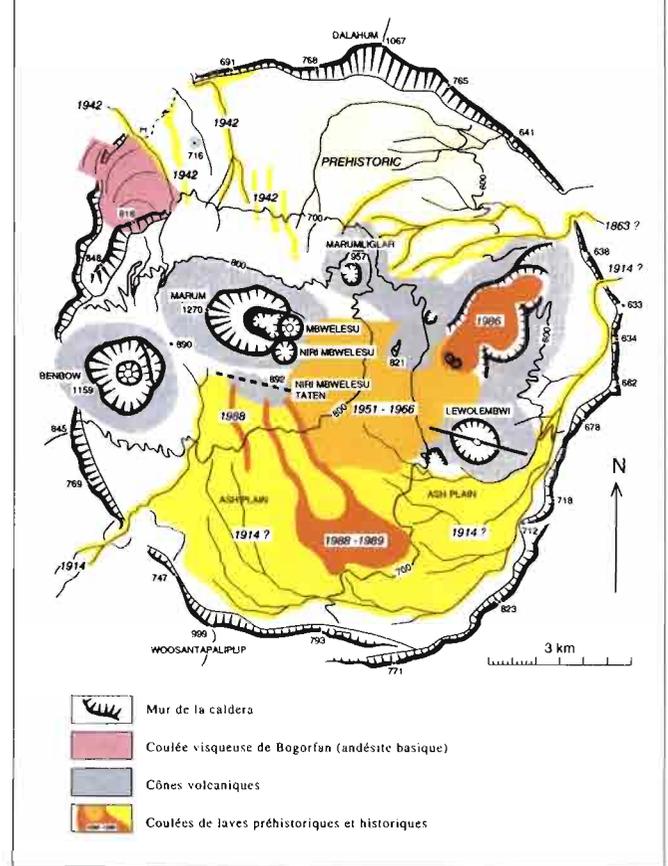
Pour comprendre les relations entre dynamismes éruptifs et conditions magmatiques qui conduisent à l'éruption (informations sur les chambres, conduits, températures, fragmentation...), la quantification des paramètres physiques des produits volcaniques émis (vésicularité, viscosité, teneur en eau...) doit aussi être systématique. Des

La caldera d'Ambrym au Vanuatu.

techniques de terrain simples, couplées à d'autres que nous utilisons déjà en laboratoire (microscopie infrarouge, microsonde électronique, microscopie électronique à balayage) et aux mesures qui peuvent être faites avec l'équipement classique d'un laboratoire de résistance des matériaux ou de génie civil existant dans le pays d'accueil, fourniront d'ici quelques mois les éléments indispensables à une meilleure définition et compréhension du risque volcanique. En particulier, l'étude du risque lié aux lahars* ne peut que passer par la quantification des interactions eau/glace - magma et des mécanismes régissant le transfert de chaleur dans différents cas de figure (intrusion magmatique, réchauffement sous glaciaire, géométrie des cavités formées lors du transfert...), et la confrontation entre exemples de terrain et modèles expérimentaux ■

Claude Robin et Michel Monzier
Département "Terre, Océan, Atmosphère"
UR "Marges actives et lithosphère océanique"

CARTE SCHEMATIQUE DE LA CALDERA D'AMBRYM (VANUATU)



Pour en savoir plus

1 - Sur les risques et la surveillance volcaniques :

Blong J., 1984. Volcanic hazards: a sourcebook on the effects of eruptions, Academic Press, 424 p.

Latter J.H., 1989. Volcanic Hazards; Assessment and Monitoring. IAVCEI Proceed. in Volcanol. 1; J. Latter ed., Springer Verlag, 625 p.

Tilling R.I. 1989. Volcanic hazards. Short course in Geology. Vol.1; Amer. Geophys. Union Washington; 123p.

US Geological Survey : 1992. Monitoring volcanoes : Techniques and Strategies used by the staff of the Cascades Volcano Observatory, 1980-90. J.W. Ewert et D.A. Swanson ed. US Geological Bulletin 1966. 223 p.

2 - Sur le volcanisme de l'Arc des Nouvelles Hébrides :

Eissen J.P., Blot C. et Louat R., (1991). Chronologie de l'activité volcanique historique de l'arc insulaire des Nouvelles-Hébrides de 1595 à 1991. Rapports scientifiques et techniques, Sciences de la Terre, Géologie-Géophysique, n° 2-1991. Centre ORSTOM de Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 69 p.

Eissen J.P., Monzier M., Robin C. (1994). Kuwae, l'éruption volcanique oubliée. La Recherche 270 p. 1200-1202

Greene H.G. and Wong F.L. (ed.) (1988). Geology and offshore resources of Pacific islands arcs - Vanuatu region, Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources Earth Science series, v. 8,

Houston, Texas, 442 p.

Monzier M., Danyushevsky L. V., Crawford A. J., Bellon H. et Cotten J. (1993). High-Mg andesites from the southern termination of the New Hebrides island arc (SW Pacific). J. Volcanol. Geotherm. Res. 57; 193-217.

Monzier M., Robin C. and Eissen J.-P. (1994). Kuwae (= 1425 A.D.) : the forgotten caldera. J. Volcanol. Geotherm. Res. 59-3; 207-218.

Picard C., Monzier M., Eissen J.-P. and Robin C. (1995). Concomitant evolution of the tectonic environment and geochemistry of the MK to HK volcanic sequences at Ambrym volcano (Vanuatu - New Hebrides arc). J. Geol. Soc. London Sp. publ. 81 p. 135-154.

Robin C., Eissen J.-P. and

Monzier M. (1994). Ignimbrites of basaltic andesite and andesite compositions from Tanna, New Hebrides Arc. Bull. of Volcanol. 56 p. 10-22.

Robin C., Eissen J.P. and Monzier M. (1993). Giant tuff cone and 12 km-wide associated caldera at Ambrym Volcano (Vanuatu, New Hebrides Arc). J. Volcanol. Geotherm. Res., 55, 225-238.

Robin C., Monzier M., Crawford A.J. and Eiggins S.M., (1993). The geology, volcanology, petrology-geochemistry, and tectonic evolution of the New Hébrides island arc, Vanuatu. IAVCEI Canberra 1993, Excursion guide, Record 1993 / 59, Australian Geological Survey Organisation, 86 p.

Monzier Michel, Robin Claude

Volcans à risques du Vanuatu à l'Equateur

ORSTOM Actualités, 1995, (45), p. 13-20. ISSN 0758-833X