



(J.S)

L1E v. 2



FR9703433

SG-F-BSV--3P

p. 11

p. 12

BSV n° 39 - Juin 1996

BULLETIN
de la SECTION de VOLCANOLOGIE

Société Géologique de France



Caldéra du Pinatubo, Philippines (photo J.-M. Bardintzeff)

R 29603

Le **Bulletin de la Section de Volcanologie** a pour objectif principal la diffusion rapide de l'**Information en Volcanologie**. Nous souhaitons la collaboration active de l'ensemble de la communauté volcanologique. Vos contributions peuvent être envoyées sur *disquettes Apple II, Mac Intosh ou IBM PC et compatibles (logiciel Word)*. Ces disquettes vous seront retournées rapidement. Les rubriques suivantes sont proposées :

- Les **articles** : nous les souhaitons nombreux et bien illustrés.
- Les **annonces** pour les congrès et réunions scientifiques.
- Les **analyses d'ouvrages** de Volcanologie.
- Les **sessions de terrain** ou ateliers sur le volcanisme. Nous attendons des propositions pour les excursions.
- La **vie des Observatoires Volcanologiques** : Des informations régulières sur l'activité des volcans français peuvent être diffusées rapidement. Pour l'activité volcanique en général, les informations peuvent être obtenues par Minitel (36-15 Voltel).
- La **vie des Laboratoires de Recherche** : Publication rapide des résumés de thèses, titres et résumés des D.E.A., rapports de stages, compte-rendus de missions, programmes d'enseignement, etc...
- Les **relations internationales**.
- Une **tribune libre** sur les problèmes de la Volcanologie.

Ce bulletin doit être l'oeuvre de tous et nous sollicitons une active participation des membres de la section pour le faire évoluer afin de **promouvoir** notre discipline. Sa large diffusion auprès des étudiants et autres adhérents potentiels est **indispensable**.

Vos contributions peuvent être envoyées à l'un des **membres** du bureau :

Georges BOUDON, Président
I.P.G.P.
Observatoire Volcanologique
B. 89
4, place Jussieu - 75252 Paris Cedex 05
Tél. : (16.1) 44.27.73.44 - FAX : (16.1) 44.27.24.01

Alain GOURGAUD, Vice-Président
Université Blaise Pascal
Centre de Recherches Volcanologiques
5, rue Kessler - 63038 Clermont-Fd Cedex
Tél. : 73.34.67.39 - FAX. : 73.34.67.44

Edmonde SOLER, Secrétaire
Université de Paris 6
Laboratoire de Géologie Appliquée
Tour 26, 4 place Jussieu
75252 Paris Cedex 05
Tél. : (16.1) 44.27.50.17 - FAX : (16.1) 44.27.51.25

La dactylographie et la mise en page sont effectuées au Laboratoire de Géologie de Clermont-Fd

Bulletin d'adhésion à la section de Volcanologie
(à renvoyer avec la cotisation au secrétariat de la Section)

Nom :
Prénom :
Adresse :
Fonction actuelle (*facultatif*) :
Cotisation annuelle : 60 F

SOMMAIRE

Résumés Réunion du Mardi 2 avril 1996 -

Volcanisme actif de l'Amérique centrale et du Mexique :

- Mesure en continu de la fugacité d'oxygène dans les fumerolles du Momotombo en relation avec l'évolution de l'activité volcanique
par G. Vitter, M. Henault, J.-C. Sabroux et M. Halkbwachs..... 1
- Les ignimbrites basaltiques de la caldera de Masaya (Nicaragua) : problèmes d'interprétation
par G. Kieffer, M. Monzier et C. Robin..... 2
- Les ponces de l'éruption Fontana du volcan Masaya et leur apport dans la compréhension des processus de fragmentation
par S. Tait, J. Gardner et C. Jaupart..... 3
- Le trémor permanent du volcan Masaya : Analyse du champ d'ondes et localisation de la source
par P. Lesage, J.-P. Métaixian et J. Dorel..... 4
- Gravimétrie et Géodésie GPS sur le volcan Masaya (Nicaragua) : Modélisation structurale et réseau de déformation
par S. Bonvalot, J.-P. Métaixian et G. Gabalda..... 5
- Déséquilibres radioactifs U-Th-Ra-Pb au Masaya, Nicaragua : Genèse et évolution des magmas
par O. Sigmarsson et M. Condomines..... 6
- L'éruption de 1968 de l'Arenal (Costa Rica) : Un exemple de réactivation violente d'un volcan en sommeil
par G. Boudon, J.-P. Raçon, G. Kieffer et H. Traineau..... 7
- Origine du déséquilibre ^{238}U ^{230}Th dans les magmas de zones de subduction : exemple de l'Arenal
par B. Villemant..... 8
- Les éruptions récentes du volcan Ricon de la Vieja, Costa Rica : exemple d'activité récurrente d'un système hydromagmatique
par H. Traineau, G. Boudon, J.-P. Raçon, G. Kieffer, G.J. Soto, J.-C. Rossignol..... 9
- De l'utilisation du radon dans la surveillance des volcans d'Amérique centrale
par E. Fernandez, R. Garcia Vindas, M. Monnin, N. Segovia, J.-L. Seidel..... 10
- Relations temporelles entre les variations des émanations gazeuses diffuses et l'activité explosive de quelques volcans actifs du Costa Rica : exemples à l'Arenal, l'Irazu et au Rincon de la Vieja
par J.-C. Baubron, P. Allard, E. Fernandez, G. Hammouya et G.J. Soto..... 11
- Récurrence exceptionnelle de déstabilisation de flanc dans l'activité récente du complexe volcanique du Colima, Mexique
par J.-C. Komorowski, A. Cortes, C. Navarro, J.-C. Gavillanes, C. Seibe et S. Rodriguez..... 12
- Phénomène de trempe lors d'éruptions poncesuses rhyolitiques : exemple de l'île San Luis dans le Golfe de Californie
par A. Demant et F. Paz..... 13

Article :

- Risques volcaniques au Pinatubo
par J.-M. Bardintzeff..... 14

Congrès :

- Volcan de Colima
par J.-M. Bardintzeff..... 15

Analyses d'ouvrages :

- Les Volcans, Risques et Utilité par Ph. Bouysse
analyse de J.-M. Bardintzeff..... 16
- Cristaux et Minéraux par P. Barrier et H. Leyrit
analyse de J.-M. Bardintzeff..... 17
- La catastrophe du Lac Nyos au Cameroun par O. Leenhardt
analyse de J.-M. Bardintzeff..... 18
- Film : "Le gaz mortel du lac Nyos" réalisation Antoine de Maximy
analyse de J.-M. Bardintzeff..... 19
- Physics and chemistry of dykes de Baer G. & Hermann A.
analyse de H. Leyrit..... 20

MESURE EN CONTINU DE LA TEMPÉRATURE ET DE LA FUGACITÉ D'OXYGÈNE DES FUMEROLLES DU MOMOTOMBO (NICARAGUA) : APPLICATION A LA SURVEILLANCE DE L'ACTIVITÉ VOLCANIQUE

G. VITTER*, M. HENAULT*, M. HALBWACHS** et J.C. SABROUX***

* LEPMI, ENSEEG, CNRS Grenoble (Tél.: 76 82 65 61 --- Fax: 76 82 66 70); 16 04 00 08 FR

** Univ. de Savoie, Chambéry; 91 00 33 1 FR

*** IPSN, Centre d'Etudes de Saclay 91 00 99 7 FR

La mesure de la température et de la fugacité d'oxygène des fumerolles volcaniques chaudes ($T > 500^{\circ}\text{C}$) permet de calculer l'activité d'oxygène du magma dont les gaz sont issus, dans l'hypothèse de leur équilibre thermodynamique et d'une évolution en système fermé de ces gaz. Si le réservoir magmatique relativement superficiel qui alimente les fumerolles ne bénéficie pas d'une recharge en gaz plus profonds, il s'oxyde au cours du temps, principalement à cause de son interaction avec les eaux météoriques accélérant sa dissipation thermique. En revanche, une réalimentation du réservoir superficiel par du magma profond se traduira par une baisse de la fugacité d'oxygène des gaz fumerolliens.

A l'aide de sondes électrochimiques à oxygène, la température et la pression partielle d'oxygène de deux fumerolles du Momotombo ont été mesurées de façon continue entre décembre 1994 et juin 1995. Les me-

sures étaient stockées en temps réel sur le site même, et transmises périodiquement à la fois par voie satellitaire ARGOS, et par liaisons hertziennes classiques jusqu'à l'INETER de Managua.

Les résultats sont comparés avec ceux obtenus de la même façon en 1980 et 1981, mais sur des périodes beaucoup plus courtes. Les fugacités d'oxygène mesurées sont, de plus, confrontées : 1°) aux résultats des calculs d'équilibre thermodynamique portant sur les analyses chromatographiques des gaz fumerolliens prélevés en 1993, et 2°) à l'activité d'oxygène des laves issues de la dernière éruption du Momotombo (1905). Ces comparaisons montrent la relative stabilité actuelle de l'activité volcanique du Momotombo, avec tout de même une fluctuation importante ("signal oxydant"), et encore inexplicquée, pendant la période de février à mi-mars 1995.

LES "IGNIMBRITES" BASALTIQUES DE LA CALDERA DE MASAYA (NICARAGUA) : PROBLÈMES D'INTERPRÉTATION

G. KIEFFER*, M. MONZIER** et C. ROBIN**

* URA 1562 CNRS et CRV, 29, boulevard Gergovia, 63037 Clermont-Ferrand Cedex.

** ORSTOM, A.P. 17-11 06596 CCI, Quito, Equateur.

La caldera de Masaya (11 x 6 km) se situe à une vingtaine de km au S-SE de Managua. Elle est ouverte dans un ensemble basaltique, à tendance tholéïtique, culminant à 654 m d'altitude. Son volume total approche 20 km³. Elle renferme le cône actuellement actif (volcan Santiago), dont les coulées récentes recouvrent son plancher, à l'exception de sa partie sud-est occupée par un lac (Laguna) de 8 km². Son histoire est complexe (Kieffer et al., 1993). Elle s'est formée en plusieurs phases, avec un épisode majeur, antérieur à l'éruption d'Apoyo datée à - 22.000 ans B.P. Le phréatomagmatisme a joué un rôle essentiel comme le prouvent les faciès des produits émis jusqu'à des dizaines de km de distance autour de la dépression. Parmi ceux-ci se trouvent d'abondantes coulées pyroclastiques désignées comme ignimbrites par Williams (1982).

Ces "ignimbrites", de composition basaltique, constituent des bancs plus ou moins indurés, mais non soudés, de quelques dizaines de centimètres à une quinzaine de mètres d'épaisseur. Elles renferment, dans une matrice de roches pulvérisées, des xénoclastes et une proportion variable de fragments juvéniles. Le matériel juvénile est prépondérant dans plusieurs cas où il apparaît sous forme d'échardes ou d'éclats vitreux. Elles ont été émises à basses températures, comme le montre leur incapacité à carboniser non seulement des arbres, mais aussi de simples herbes aux moules finement conservés.

Sur le plan dynamique, les basses températures de mise en place, dans un contexte phréatomagmatique, impliquent

que la vapeur d'eau a été le volatile moteur essentiel.

Même si le magma juvénile ne constitue qu'une partie de ces coulées pyroclastiques, leur mise en place suppose une production magmatique (taux d'effusion et volume total rapidement émis, au moins de l'ordre de 1 km³ lors de l'épisode majeur) considérable. L'eau infiltrée peut à nouveau être mise en cause. On peut supposer, qu'à l'occasion d'un jeu de failles profondes, elle a pénétré en grande quantité, peut-être jusqu'à 2 ou 3 km de profondeur, pour rencontrer un volume important de magma disponible. La décompression liée au jeu des failles et surtout le mélange mécanique eau-magma ont permis à ce dernier de se fragmenter, comme s'il avait reçu une insufflation de vapeur d'eau dans sa masse, provoquant sa montée et son émission explosives. Au Masaya, dans des laves basaltiques pauvres en gaz par elle-mêmes, l'eau infiltrée et mêlée en grande quantité au magma a joué un rôle comparable à celui des gaz magmatiques dans des éruptions cataclysmales alimentées par des magmas différenciés.

Le Masaya donne donc l'exemple d'un volcanisme où le rôle dynamique de l'eau est prépondérant. Il paraît même vraisemblable qu'elle a joué un rôle dans le déclenchement des éruptions, lors de rejeux de failles profondes suivies par les eaux d'infiltration jusqu'au système d'alimentation magmatique subsuperficiel du volcan.

KIEFFER G. et al. (1993). - Bull. Sect. Volc. S. G. F., 29, 13.

WILLIAMS S. N. (1982). - EOS, 63, 45, 1156.

LES PONCES DE L'ÉRUPTION FONTANA DU VOLCAN MASAYA ET LEUR APPORT DANS LA COMPRÉHENSION DES PROCESSUS DE FRAGMENTATION

S. TAIT, J. GARDNER et C. JAUPART

Institut de Physique du Globe de Paris *31000FR*

La montée d'un magma dans un conduit volcanique provoque l'exsolution de molécules volatiles sous forme de petites bulles de gaz qui apparaissent dans le liquide. La fraction volumique de bulles augmente en montant vers la surface et, dans le cas des éruptions explosives, à un certain niveau (dit de "fragmentation") dans le conduit, un changement fondamental de l'écoulement a lieu. Une coalescence partielle des bulles de gaz permet un déchirement du liquide, transformant le mélange d'un liquide visqueux portant des bulles en un jet de gaz portant des fragments de liquide. Les ponces éjectées dans une éruption contiennent implicitement de l'information sur la pression dans l'écoulement; cette information est figée dans l'état final des ponces par le refroidissement brutal (la trempé) effectué par la mise en contact avec l'atmosphère froide des gouttes de liquide vésiculé générés par la fragmentation.

Afin de mieux comprendre le processus de fragmentation nous avons étudié des ponces d'un grand nombre d'éruptions de type plinienne y compris le Fontana Lapilli du volcan de Masaya. L'intérêt particulier de cet exemple était d'avoir un cas limite tel que la viscosité de la lave soit environ de 10^2 Pa.s, à cause de sa composition basaltique, ce qui représente la valeur la plus basse connue pour une éruption plinienne. Avec les autres cas étudiés, notre base de données recouvre les

gammes connues pour ces éruptions des paramètres suivants; viscosité de liquide magmatique, teneur en cristaux suspendus dans le liquide, concentrations d'espèces volatiles dissoutes dans le liquide, et débit massique.

Nos données indiquent que, avant qu'elles soient trempées pour produire des ponces, les gouttes de liquide générées par la fragmentation peuvent dilater, au fur et à mesure que le jet éruptif décomprime. Si les bulles dans une goutte deviennent connectées pour former un réseau perméable, la goutte peut, en plus, s'effondrer sous l'action des forces de tension superficielle. Nous constatons que, sur l'échelle de temps caractéristique des éruptions pliniennes, la dilatation affecte des liquides de viscosité inférieure à 10^9 Pa.s., et l'effondrement affecte des liquides de viscosité inférieure à 10^5 Pa.s. La reconnaissance de ces deux processus ayant lieu après la fragmentation nous permet de reconstruire l'état des magmas au moment de la fragmentation. Nous proposons que dans des éruptions explosives la fragmentation est due au cisaillement intense du liquide portant environ 60-65% de bulles par volume. Si le cisaillement baisse sous un certain seuil, la fragmentation n'a plus lieu, et la coalescence partielle des bulles permet le gaz de s'échapper du mélange sans provoquer la fragmentation. Ceci cause un passage de l'éruption en régime effusif.

LE TRÉMOR PERMANENT DU VOLCAN MASAYA: ANALYSE DU CHAMP D'ONDES ET LOCALISATION DE LA SOURCE

PH. LESAGE ^{1,4}, J.-PH. MÉTAXIAN ^{1,2,4} ET J. DOREL ^{3,4}

1 - Université de Savoie, 73376 Le Bourget du Lac, France

2 - ORSTOM

3 - Observatoire de Physique du Globe de Clermont-Ferrand.

4 - Centre de Recherches Volcanologiques - CNRS

La Caldeira Masaya, Nicaragua, est un volcan basaltique dont l'activité se caractérise par des épisodes de fort dégazage et par la présence intermittente d'un lac de lave pendant des périodes de temps allant de quelques semaines à plusieurs années. La principale activité sismique de ce volcan est un trémor permanent. Nous avons appliqué plusieurs méthodes dans le but de localiser la source de ce trémor et de décrire le champ d'ondes complexe. Les données ont été obtenues par des réseaux denses de forme triangulaire ou demi-circulaire et par un profil radial disposés sur les flancs du cratère actif. La première méthode est basée sur le calcul, par une méthode interspectrale, des retards entre les signaux enregistrés par les stations d'un réseau. Les directions de propagation des ondes, déduites de la mesure des retards et obtenues en plusieurs sites répartis sur le volcan, permettent de localiser la source de ces ondes dans le plan horizontal. Dans le cas du Masaya, la localisation de la source du trémor correspond à la position du lac de lave situé dans le cratère actif Santiago, ce qui indique que le trémor permanent est associée à cette

activité magmatique superficielle. La méthode de corrélation spatiale (Aki, 1957), utilisée par Ferrazzini et al. (1991) pour la caractérisation du champ d'ondes composant le trémor du Puu Oo, a également été appliquée pour cette étude. Les résultats confirment la position de la source du trémor et montrent que le trémor est un champ d'ondes dispersives composé en proportions équivalentes d'ondes de Rayleigh et d'ondes de Love. Les vitesses de phase de ces ondes varient entre 730 et 1240 m.s⁻¹ à 2 Hz et entre 330 et 550 m.s⁻¹ à 6 Hz. Les modèles de vitesse obtenus par inversion des courbes de dispersion sont similaires dans les parties nord et sud du volcan et peuvent être interprétés en terme de structure de la caldeira. L'étude de l'atténuation spatiale du trémor suivant le profil radial confirme la prépondérance des ondes de surface dans la composition du champ d'ondes du trémor et suggère que la source se trouve à une profondeur de quelques centaines de mètres. Les estimations du facteur d'atténuation spatiale Q, corrigé de la dispersion géométrique, donnent des valeurs de 14 à 2 Hz et de 36 à 3 Hz.

GRAVIMÉTRIE ET GÉODÉSIE GPS SUR LE VOLCAN MASAYA (NICARAGUA) : MODÉLISATION STRUCTURALE ET RÉSEAU DE DÉFORMATION

S. BONVALOT^{1,2}, J-PH. MÉTAXIAN^{1,3}, G. GABALDA¹

- 1- ORSTOM, Lab. de Géophysique, 32 avenue Varagnat, 93143 Bondy 9150117FR
2- IPG Paris, Lab. de Gravimétrie et Géodynamique, 4 place Jussieu, 75230 Paris. - 5031000FA
3- Lab. d'Instrumentation Géophysique - université de Savoie, 73376 Le Bourget 9100931FR du Lac.

Nous présentons et discutons les résultats de plusieurs campagnes de mesures gravimétriques et géodésiques réalisées de 1991 à 1993 sur le volcan Masaya (Nicaragua), pour l'étude de la structure interne du complexe volcanique et pour une étude préliminaire des déformations associées à l'activité magmatique. Ces travaux ont donné lieu à des levés de reconnaissance en gravimétrie et en microgravimétrie, à l'installation d'un réseau de répétition (microgravimétrie et GPS) ainsi qu'à la constitution d'une base de données topographiques sur le Sud-Ouest du Nicaragua. Ils s'inscrivent dans le cadre d'un programme d'étude pluridisciplinaire du volcan Masaya, réalisé en collaboration avec l'ORSTOM, l'université de Savoie (LIG, Chambéry), le Centre de Recherches Volcanologiques (Clermont Ferrand) et l'Ineter (Managua).

Pour l'étude structurale de la caldeira, nous avons effectué près de 700 mesures gravimétriques, lors de 2 campagnes de terrain en 1991 et 1992. La compilation de ces données avec d'autres données provenant d'anciennes campagnes et disponibles au Bureau Gravimétrique International nous a permis de dresser une carte d'anomalie de Bouguer détaillée de l'ensemble du complexe volcanique. Elle met en évidence une large anomalie positive allongée suivant un axe de direction NO-SE. Cet axe est parallèle à la direction d'allongement de la caldeira mais décalé sur sa bordure Nord. L'inversion 2D et 3D des données gravimétriques révèle que la source principale de

cette anomalie est un corps dense, d'une épaisseur moyenne de 5 à 6km, dont le toit est situé à 2 ou 3 km sous la surface. Cette structure dont l'extension latérale dépasse largement les contours de la caldeira Masaya, peut être interprétée comme un corps intrusif refroidi dont la mise en place serait vraisemblablement antérieure à la formation de la caldeira. Elle semble liée à un système volcanique plus ancien (Las Sierras) caractérisé par une caldeira de très grandes dimensions, englobant la caldeira Masaya. Des anomalies positives résiduelles, suivant les contours morphologiques de la caldeira, dans ses parties Nord et Est, sont également mises en évidence. Elles sont associées à un épaississement des coulées récentes à l'aplomb du mur de la caldeira, indiquant ainsi les parties les plus effondrées.

Dans la zone active, près de cent mesures microgravimétriques ont été acquises autour et à l'intérieur des cratères pour l'étude des structures superficielles. Un réseau de répétition d'une vingtaine de stations microgravimétriques et géodésiques a également été installé en 1992 et réoccupé en 1993, après la réactivation magmatique débutée en Juin 1993 dans le cratère actif du Santiago. La première réoccupation de ce réseau montre qu'il n'y a pas eu de déformation de l'édifice en surface associé à cet événement. Une variation du champ de pesanteur de l'ordre de 0.1 mGal a cependant été mesurée. Elle met en évidence un apport de masse à une profondeur d'environ un kilomètre sous le cratère actif.

Handwritten notes: ~~Handwritten scribbles~~
21E

37



DÉSÉQUILIBRES U-TH-RA AU MASAYA (NICARAGUA)

O. SIGMARSSON ET M. CONDOMINES

Centre de Recherches Volcanologiques et CNRS URA-10, Clermont-Ferrand

Les déséquilibres radioactifs ^{238}U - ^{230}Th - ^{226}Ra ont été mesurés dans plusieurs échantillons de coulées post-caldera du volcan Masaya. Il s'agit de basaltes de composition très homogène, avec un rapport Th/U constant et très bas ($\sim 1,2$). Les rapports isotopiques de Th, ($^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$), sont parmi les plus élevés au monde ($\sim 2,53$), avec des rapports ($^{230}\text{Th}/^{238}\text{U}$) voisins de la valeur d'équilibre de 1. Les rapports ($^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$) exceptionnellement hauts du Masaya et des volcans voisins du Nicaragua (Conception, Cerro Negro, Momotombo) s'accompagnent de valeurs très hautes $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ ($60 \cdot 10^{-11}$ pour la coulée de 1772, mesurée par Morris et al., 1990). Ces caractéristiques géochimiques, jointes à des valeurs d' ^{18}O (5,55) typiquement mantelliques, suggèrent que les magmas du Masaya sont produits par la fusion d'une source métasomatée par des fluides issus des sédiments subductés. L'âge du métaso-

matisme serait compris entre 10 Ma et 0,3 Ma.

Les rapports initiaux ($^{226}\text{Ra}/^{230}\text{Th}$)₀ mesurés dans quatre coulées historiques varient de 1,30 à 1,40 et sont inversement corrélés à la teneur en Th: ces variations sont probablement liées à la cristallisation fractionnée du plagioclase. En effet, le rapport (^{226}Ra)₀/Ba reste constant, ce qui pourrait être interprété par l'existence d'un réservoir à l'état stationnaire. La présence d'un grand réservoir magmatique est également suggérée par la disproportion entre la quantité de SO_2 émise par le volcan et celle produite par le dégazage des laves qui font éruption à la surface (Stoiber et al., 1986). L'excès de ^{226}Ra observé dans les laves du Masaya peut résulter d'un deuxième épisode métasomatique, au moment de la fusion partielle, il y a moins de 8000 ans.

L'ÉRUPTION DE 1968 DU VOLCAN ARENAL (COSTA-RICA): UN EXEMPLE DE RÉACTIVATION VIOLENTE D'UN VOLCAN EN SOMMEIL

G. BOUDON*, J.PH. RANÇON**, G. KIEFFER*** ET H. TRAINÉAU**

- * Institut de Physique du Globe de Paris; 5031000FR
 ** BRGM, Orléans; 9150179FR
 *** Univ. Blaise Pascal, Clermont-Fd 1762800FR

L'éruption de 1968 de l'Arenal (Costa Rica) est une éruption souvent citée en référence : a/ c'est un exemple de réactivation violente d'un volcan en sommeil depuis au moins 2 siècles ; b/ c'est une des rares éruptions qui se poursuit sans interruption depuis maintenant 27 ans ; c/ son dynamisme est comparé à celui de l'éruption de 1902 de la Montagne Pelée. L'étude détaillée des dépôts émis au cours de la phase paroxysmale montre qu'il s'agit d'une éruption extrêmement complexe, qui en moins de trois jours (29-31 juillet 1968) a mis en jeu des dynamismes éruptifs très variés, qui n'ont jamais été décrits, malgré les nombreux travaux déjà publiés sur cette éruption. A partir de l'étude des dépôts, couplée aux observations phénoménologiques, nous avons proposé un modèle du déroulement de cette phase explosive.

L'éruption débute par une violente explosion et l'ouverture d'une fracture radiale sur le flanc ouest du cône, sur laquelle se disposent trois cratères, dont le plus bas situé à 1100 m d'altitude, est le plus actif. La phase de débouffage est extrêmement violente et entraîne la projection balistique d'énormes blocs, sur le flanc ouest du volcan, produisant des cratères d'impacts inhabituels (plusieurs dizaines de mètres de diamètre à plus de 5 km du cratère). Les blocs projetés proviennent des parois du cratère, mais sont pour beaucoup d'entre eux juvéniles; l'éruption est donc dès le début magmatique. Simultanément, une explosion dirigée latéralement se produit. Bien que d'extension limitée, elle est extrêmement destructrice; les arbres sont cassés ou déracinés, le sol incorporé dans le dépôt. Le magma émis est

nettement dominant et scoriacé. L'activité se poursuit par une phase subplinienne qui montre que le flux de magma devient relativement important. La position du cratère sur le flanc du cône entraîne la formation d'une colonne éruptive probablement oblique, les retombées affectant principalement la partie ouest de l'édifice. Les produits émis au cours de cette phase deviennent de moins en moins vésiculés. La faible extension des dépôts (20 km² pour les retombées grossières; 1000 km² pour les cendres) permet d'en déduire que la hauteur de la colonne éruptive était peu élevée. Le flux de magma diminuant, des interactions avec la nappe phréatique interviennent pour donner des explosions phréatomagmatiques alimentant les déferlantes. Le magma est très peu vésiculé. Enfin ce dernier atteint la surface et remplit progressivement le cratère. Le dôme formé est rapidement détruit, et quelques écoulements de cendres et blocs faiblement énergétiques se produisent sur les flancs nord et ouest du volcan. Depuis, le volcan est en activité permanente avec mise en place de coulées de lave visqueuse associées à des explosions stromboliennes.

Toute cette activité complexe mettant en jeu des dynamismes éruptifs variés se produit sur une période de temps relativement courte (moins de trois jours). La phase la plus longue et qui produit le plus grand volume de dépôts est la phase subplinienne dont on ne fait jamais état dans toutes les descriptions de l'éruption. Aucun dynamisme n'est comparable à celui qui caractérise le style péleén.

3731



FR9703435

Résumés Réunion «Amérique Latine»

2+E

ORIGINE DU DÉSÉQUILIBRE ^{238}U - ^{230}Th DANS LES MAGMAS DES ZONES DE SUBDUCTION : EXEMPLE DE L'ARENAL.

B. VILLEMANT

~~U.S.A.~~
~~BRAND~~

L.G.C.S. Université Paris 6 - IPGP - CNRS URA 1758
Boîte 109, 4 pl. Jussieu 75005 Paris. E-Mail: villema@ccr.jussieu.fr

U.S.A. & BR

L'existence de forts excès de ^{238}U par rapport à ^{230}Th dans certains produits volcaniques constitue l'une des caractéristiques des magmas d'arcs. Ces excès sont généralement attribués à l'addition de fluides dans les sources mantéliques avant la ségrégation, la différenciation et l'éruption des magmas; ces fluides seraient liés à la déshydratation du matériel subducté. Ces hypothèses sont essentiellement fondées sur des corrélations entre les anomalies isotopiques en ^{10}Be , ^{87}Sr , des rapports chimiques tels que Ba/La et la distribution des centres volcaniques par rapport à la subduction. Des études récentes (voir par exemple, Herrstrom et al., 1995) proposent l'existence d'une évolution de la composition des sources du volcanisme d'Amérique Centrale entre un pôle mantellique appauvri (type MORB) fortement transformé par la subduction au Nord (Nicaragua) et un pôle enrichi (type OIB) peu transformé au Sud (Costa Rica). L'Aréнал se situerait dans cette dernière zone à la limite d'une zone de transition entre ces deux pôles.

de l'Aréнал (1968-1993) indique une situation beaucoup plus complexe. Au moins deux sources mantéliques distinctes y sont successivement mises en jeu. Elles sont caractérisées, par exemple, par des rapports Th/Ta et La/Yb distincts (respectivement 3.4 et 7, et 4.5 et 9), très différents de signatures de sources d'OIB et qui indiquent une forte modification du manteau source. D'autre part, la plupart des laves sont en équilibre ^{238}U - ^{230}Th avec des rapports ($^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$) de l'ordre de 1.30 et 1.20 respectivement. Cependant, quelques laves dans chaque cycle éruptif présentent de forts excès de ^{238}U par rapport à ^{230}Th qui ne peuvent donc être liées aux caractéristiques de sources même modifiées en profondeur par des fluides.

Ces résultats sont interprétés en termes d'hétérogénéités de sources mantéliques et d'interactions tardives probables avec les fluides hydrothermaux à faible profondeur, au cours des éruptions, comme proposé récemment par Villemant et al. (1996).

L'étude préliminaire des éléments traces et des déséquilibres ^{238}U - ^{230}Th dans les produits volcaniques récents

Herrstrom et al., (1995). *Geology*, 23,7, 617-620.

Villemant et al. (1996). *Earth Planet. Sci. Lett.* (sous presse).

LES ÉRUPTIONS RÉCENTES DU VOLCAN RINCÓN DE LA VIEJA, COSTA RICA : EXEMPLE D'ACTIVITÉ RÉCURRENTÉ D'UN SYSTÈME HYDROMAGMATIQUE

H. TRAINÉAU*, G. BOUDON**, J.-PH. RANÇON*, G. KIEFFER***,
G.-J. SOTO**** ET J.-C. ROSSIGNOL**

* BRGM Orléans,

** IPG Paris,

*** Univ. Blaise Pascal Clermont-Fd,

**** ICE San José

Le Rincón de la Vieja, situé dans la partie nord de la chaîne volcanique du Costa-Rica, est un volcan très actif, puisque, depuis 1854 (date de la première manifestation relatée), il a connu au moins 14 crises éruptives, la dernière s'étant produite en novembre 1995. Sa partie sommitale, dépourvue de grand cône terminal régulier est constituée de neuf petits cônes et cratères alignés selon des directions E-W ou NNW-SSE. Le cratère actif, avec une structure complexe emboîtée, se situe au milieu de ce groupe. D'un diamètre d'environ 300 m, il est occupé par un lac d'eau tiède et présente en permanence une intense activité fumerollienne au niveau de son rempart est. Malgré leur fréquence, aucune des éruptions historiques n'a été jusqu'à présent étudiée en détail. A partir de l'étude des dépôts et d'observations phénoménologiques des éruptions de 1966-70, 1991-92 et 1995, nous avons pu proposer une interprétation du fonctionnement actuel de ce volcan (Boudon et al., 1996).

La plupart des éruptions de ce volcan sont de faible ampleur et les produits émis n'affectent généralement que quelques km² autour du cratère actif, à l'exception des retombées de cendres fines qui peuvent recouvrir plusieurs centaines de km² à l'Ouest du volcan. Elles se traduisent par une série d'explosions à caractère hydromagmatique, produisant des dépôts mis en place soit par retombée aérienne soit par déferlante. Les premières explosions entraînent la vidange partielle ou totale de l'eau et des sédiments du lac contenu dans le

cratère alimentant une vague boueuse nappant la partie sommitale du volcan, et donnant naissance à des lahars primaires, très destructifs, qui s'écoulent dans les vallées du flanc nord. La présence quasi-systématique d'éléments juvéniles (bombes en croute de pain et bombes scoriacées), dans les premiers dépôts, atteste du caractère hydromagmatique, dès le début de certaines éruptions.

L'activité éruptive récurrente du Rincón de la Vieja semble liée à la déstabilisation occasionnelle d'un système mixte hydrothermal-magmatique. La vaporisation des fluides hydrothermaux à haute température et l'accès rapide de l'eau (lac de cratère, aquifères) au contact direct d'une intrusion magmatique déjà en place ou nouvellement installée, engendrent une activité hydromagmatique fortement explosive. Selon ce modèle, une portion plus ou moins importante du toit de l'intrusion magmatique peut être prélevée, à l'origine d'un continuum entre explosion phréatique (hydrothermale) et explosion magmatique. L'activité récente du Rincón de la Vieja apparaît donc très similaire à celle d'autres volcans tel que le Ruapehu en Nouvelle-Zélande, où la co-existence d'un lac de cratère et d'une intrusion magmatique superficielle conditionne le déclenchement des éruptions (Christenson et Wood, 1993).

Boudon et al., C.R. Acad. Sc Paris, 322, IIa, 101-108, 1996

Christenson et Wood, Bull. Volcanol., 55: 547-565, 1993



RELATIONS TEMPORELLES ENTRE LES VARIATIONS DES ÉMANATIONS GAZEUSES DIFFUSES ET L'ACTIVITÉ EXPLOSIVE DE QUELQUES VOLCANS ACTIFS DU COSTA-RICA, EXEMPLES À L'ARÉNAL, L'IRAZU ET AU RINCON DE LA VIEJA. -2+E

J-C. BAUBRON¹, P. ALLARD², E. FERNANDEZ³,
G. HAMMOUYA⁴, G. J. SOTO⁵

1- BRGM, DR/HGT, 45060 Orléans cedex 02, France. 0150178FR

2- LMCE, CEA-DSM, CEN Saclay, 91191 Gif sur Yvette, France. 0100550FR

3- OVSICORI-UNA, Apto 86-3000, Heredia, Costa-Rica

4- Observatoire de la Soufrière, IPG-P, Le Houëlmont, 97113 Gourgeyre

5- ICE, Dpt Geologia, Apto 10032-1000, San José, Costa-Rica

Une surveillance de certains des paramètres du dégazage des volcans Irazu, Aréna, Poas et Rincon de la Vieja, est effectuée depuis 1992 dans le cadre de la coopération scientifique française (MAE et DRCST) au Costa Rica. Plus particulièrement, le suivi de l'évolution temporelle des concentrations relatives en radon et en hélium du gaz carbonique qui émane aussi bien sous forme de fumerolles dans les cratères que de manière diffuse sur les flancs ou au pied des cônes actifs a été mis en œuvre, que ce soit sous forme d'échantillonnages épisodiques (Rn et He) ou de la surveillance en continu (Rn) au moyen de capteurs passifs. Dans un tel contexte, l'hélium est utilisé comme indicateur d'origine profonde du gaz volcanique (caractérisée par son rapport des isotopes 3 et 4, nommé à l'air) et le radon comme du flux de gaz carbonique.

Les mesures effectuées sur les fumerolles intracratériques du volcan Irazu montrent une diminution continue des concentrations en radon accompagné d'un accroissement important des flux gazeux depuis 1992, alors que la zone fumerollienne externe (flan NW) était le siège d'une très importante augmentation de la concentration en radon pour un flux stable en 1994. Ceci peut être interprété comme l'effet de la dilution du radon des fumerolles intracratériques par du gaz carbonique provenant de la thermodécarbonisation des terrains au toit de la cellule hydrothermale du volcan. En revanche, le radon des fumerolles externes, dont l'hélium comporte une signature plus mantellique (8,2 R/Ra), atteste d'une vitesse de transfert beaucoup plus importante en 1994 qu'en 1993.

Une source carbogazeuse, située au pied du volcan a été le siège de modifications similaires pendant la période de l'explosion phréatique de fin 1994.

La surveillance en continu du radon, effectuée dans les sols au flanc du volcan au moyen de sondes passives, a mis en évidence des signaux correspondants à des accroissements intenses de débits gazeux diffus, accompagnateurs probables de l'activité microsismique du volcan.

Les analyses des fumerolles situées au pied SW du volcan Rincon de la Vieja (8 à 12 km) indiquent une baisse constante des concentrations en radon depuis 1992, accompagnée d'une augmentation légère des concentrations en hélium. L'intensité de ces fumerolles a aussi diminué pendant la même période. Un épisode inverse s'est produit en Novembre 1993.

La surveillance en continu du radon, effectuée dans les sols au voisinage des zones de fumerolles, a fait apparaître des périodes d'accroissements extrêmement intenses des flux diffus à partir de Novembre 1993, dont certaines ont pu être corrélées visuellement avec l'activité phréatique intracratérique.

Ces observations suggèrent une relaxation générale de la pression de dégazage provenant du réservoir profond du volcan depuis l'éruption de 1991, avec une nouvelle déstabilisation initiée en novembre 1993. Celle-ci s'est ensuite propagée par épisodes jusqu'à l'apparition d'une activité phréatique (1994), puis phréatomagmatique (1995) au cratère.

Compte tenu de la qualité des sites surveillés, les relations biunivoques entre les épisodes de dégazage intracratérique et les ondes de pression enregistrées dans les sols à distance des cratères mériteraient d'être établies afin d'utiliser l'information géochimique ainsi acquise en terme de critère d'alerte de l'activité volcanique.



RECURRENCE EXCEPTIONNELLE DE DÉSTABILISATIONS DE FLANC DANS L'ACTIVITÉ RÉCENTE DU COMPLEXE VOLCANIQUE DU COLIMA, MEXIQUE

KOMOROWSKI J-C¹, CORTÉS A², NAVARRO C²,
GAVILANES J-C², SIEBE C³, RODRIGUEZ, S⁴

1- IPGP, Dépt. de Volc. et Obsv. Volc.; 2- Obsv. Vulc. de Colima, México;
3- Ins. de Geofisica; UNAM, Mexico; 4- Ins. de Geologia, UNAM, México

Les travaux de Robin et al., 1984, Robin et al., 1987 et Luhr et Prestegard, 1988 ont été les premiers à démontrer l'existence de déstabilisations de flanc dans l'évolution du Nevado de Colima (NdC) et Fuego de Colima (FdC) et d'unités d'avalanche de débris (UAD) mais leur datation était restée un sujet de polémique. En effet il existait un paradoxe entre la divergence de leur âges ¹⁴C (4280 ± 110 y. B.P. et 4360 ± 140 pour Luhr & Prestegard, 1988; 4350 ± 100 B.P. pour Robin et al., 1984, et 9370 ± 400 y. B.P. pour Robin et al., 1987 sur des UAD dans la même vallée à ~ 10 km du volcan). Stoope et Sheridan (1992) ont daté une UAD à 18520 ± 260 y. B.P. venant du NdC. Siebe et al. (1992) obtenait un âge ¹⁴C de 2690 ± 40 y. B.P. pour une UAD à ~ 25 km du volcan. Grâce à une campagne exhaustive de datations ¹⁴C (plus de 71 nouveaux âges sur des UAD) et une étude systématique de la stratigraphie dans et le long de tous les canyons profonds (30) aux alentours des volcans, Komorowski et al. (1993, 1994, 1995, 1996) ont mis en évidence une récurrence exceptionnelle de déstabilisations de flancs dans l'évolution du FdC durant les derniers 45 000 ans. On distingue, séparés dans le temps et l'espace, des groupes d'âges à ~ 2565 y. B.P.; ~ 3699 y. B.P.; ~ 7000 y. B.P.; ~ 9700 y. B.P.; ~ 14885 y. B.P.; ~ 18240 y. B.P.; ~ 18553 y. B.P.; ~ 21500 y. B.P.; ~ 27800 y. B.P.; ~ 35780 y. B.P.; ~ 39090 y. B.P.; et ~ 45030 y. B.P. Le volume cumulatif d'UAD est de 60-100 km³ pour le massif du Colima. Nous avons échantillonné 7 unités d'UAD dans une même falaise ≥ 120 m de hauteur (Komorowski et al., 1995; 1996). De nombreuses vallées montrent des épaisseurs de 200-300 m d'UAD. La stratigraphie de 28 forages dans la région de Colima confirme la présence de plusieurs UAD séparées par des unités fluviales. Deux forages carottés révèlent une épaisseur ≥ 50 m d'UAD sous la ville de Colima. La difficulté dans la reconnaissance et la cartographie des UAD provient d'une stratigraphie faite d'unités intercalées, superposées, et canalisées à plusieurs reprises

dans des chenaux d'érosion ce qui contribue à une topographie pré-avalanche complexe. Une corrélation entre l'analyse des clichés Landsat, la distribution et l'âge des UAD montre que le NdC et le FdC sont constitués de plusieurs édifices reliques post-déstabilisation, que le paléo-FdC existait lors de l'effondrement du NdC il y a ~ 18500 ans, que les deux volcans étaient actifs et se sont effondrés simultanément, et que l'escarpement d'effondrement du paléo-FdC correspond à plusieurs événements. La présence systématique de panneaux de sédiments fluviolacustres déformés et incorporés à la base des UAD et l'abondance de séquences fluviolacustres intercalées entre des UAD montrent que les édifices volcaniques étaient situés dans des bassins à fort taux de sédimentation et que les UAD se sont mises en place localement dans l'eau ce qui aurait dû engendrer une vague catastrophique vers la côte Pacifique.

Les implications de ce travail sont importantes: 1) une population ≥ 200 000 habitants occupe une zone couverte par plusieurs UAD; 2) la fréquence de déstabilisation du FdC serait donc de 1100-3300 ans pour l'Holocène et de 3300-8800 ans pour le pré-Holocène; 3) la dernière déstabilisation ayant eu lieu il y a 2550 ans on obtient un taux élevé de production de 1-2 x 10⁶ m³/an (10-100 fois > à la normale en domaine calco-alcalin selon Béget et Kienle (1992) et comparable au taux du Shiveluch (1.92 x 10⁶ m³/an, Belousova et Belousov, 1994); 4) le volcan a un volume ~3-5 k m³, il est proche de son volume seuil pré-effondrement car les dernières UAD ont un volume de ~ 1-5 k m³; 5) le volcan est fortement asymétrique, construit probablement sur une base altérée (couche savon), et fragilisé par l'altération hydrothermale et par l'éruption de 1991 et 1994.

CONACyT (projet 1503-T9207) et la Protection Civile de Colima ont permis la réalisation de ce travail. Nous remercions P. Martinez et JL Pimentel ont apporté une aide précieuse lors des travaux en falaise.

PHÉNOMÈNES DE TREMPÉ LORS D'ÉRUPTIONS PONCEUSES RHYOLITIQUES : EXEMPLE DE L'ÎLE SAN LUIS, DANS LE GOLFE DE CALIFORNIE, MEXIQUE.

A. DEMANT¹ ET F. PAZ²

1- *Laboratoire de Pétrologie Magmatique, URA CNRS 1277 et FU 17, CEREGE BP 80, 13545 Aix-en-Provence Cedex 04.*

2- *Departamento de Geología, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora 83000, México.*

Le Golfe de Californie est un rift qui s'est ouvert progressivement depuis le Miocène, tout d'abord comme un bassin ensialique, puis, après le saut de la Ride Est Pacifique à l'entrée du Golfe de Californie, comme un rift océanique. Ce système, constitué par des bassins fonctionnant en pull-apart reliés par des failles transformantes, constitue, avec la faille de San Andreas, la nouvelle frontière entre Plaque Amérique du Nord et Plaque Pacifique. Le volcanisme dans ce secteur est étroitement lié à l'évolution géodynamique, qui correspond à la fin d'un régime en subduction, par suite de la collision de la ride Est Pacifique avec le continent, et au passage à un régime en extension.

L'île San Luis, située par 29° 59' de latitude nord et 114° 24' de longitude ouest, est localisée dans la partie nord du Golfe de Californie, près du système transformant dextre qui relie le Bassin de Guaymas au Delphin Basin. Elle représente avec l'île Tortuga, petit volcan bouclier basaltique holocène situé en face de Santa Rosalia, la manifestation volcanique la plus récente du Golfe de Californie. La caractéristique pétrologique principale de l'île San Luis qui ne couvre qu'environ 16 km², est de présenter une série de cristallisation fractionnée

continue, de nature tholéiitique, depuis des islandites (53-55% de silice) jusqu'à des rhyolites (75% de silice). Quatre phases d'édification, correspondant à des degrés de différenciation croissant, se sont succédées dans un laps de temps très court si l'on en juge par les caractéristiques morphologiques des coulées et des édifices. Le soubassement de l'île est constitué par des palagonites résultant d'éruptions surtseyiennes. Des coulées de dacite, issues d'un cône situé au centre de l'île, marquent la phase d'émersion. Les caractéristiques des dépôts finement stratifiés des anneaux de pyroclastites de la côte sud témoignent de l'interférence de l'eau de mer avec un magma dacitique riche en gaz. Le dernier épisode magmatique, enfin, correspond à la mise en place de deux dômes de rhyolite. Celui du centre de l'île est le plus récent. L'extrusion de ce magma visqueux a été précédée par des éruptions ponceuses. L'unité ponceuse supérieure contient des bombes pouvant atteindre plus d'un mètre de diamètre. Ces bombes, constituées par un enveloppe d'obsidienne et une partie centrale ponceuse, témoignent de phénomènes de trempe dus à l'infiltration d'eau de mer dans le conduit magmatique.

RISQUES VOLCANIQUES AU PINATUBO

Jacques-Marie BARDINTZEFF

Laboratoire de Pétrographie-Volcanologie, bât. 504, Université Paris-Sud, F-91405 Orsay

L'éruption du siècle

Le Pinatubo, volcan situé dans l'île de Luzon aux Philippines, est brusquement entré en éruption le 9 juin 1991 après plusieurs siècles d'inactivité. La phase explosive majeure du 15 juin fut une des plus importantes du siècle: le panache éruptif a atteint l'altitude de 40 km et au moins 7 km³ de matériaux ont été émis sous formes d'écoulements pyroclastiques et de retombées pliniennes. Un plan d'évacuation efficace concernant 250000 personnes, organisé par le Phivolcs (Philippine Institute of volcanology and seismology) et l' U.S. Geological Survey, a permis de limiter au maximum les pertes humaines. On a cependant déploré plusieurs centaines de victimes, dont une partie à la suite de maladies. L'éruption s'est prolongée durant plus d'une année.

Coulées boueuses

La grande quantité de matériaux volcaniques, dispersés sur les flancs du volcan Pinatubo, se trouve en instabilité. Lors de la saison des pluies, les typhons les transforment en lahar au pouvoir destructeur énorme. De nombreux lahars se sont déjà épanchés entre 1991 et 1995 et d'autres sont encore à redouter: pour la seule saison des pluies 1991, 200 lahars se sont succédés sur le flanc Est du volcan, laissant un volume total de 0,42 km³ (Pierson et al., 1995). Tel était le sujet de l'«International field workshop on Pinatuba lahars and watershed processes», qui s'est tenu à Angeles City, au pied même du Pinatubo, du 17 au 21 octobre 1995, organisé par le Phivolcs sous l'égide de l'IAVCEI (International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth Interior). Cet atelier a réuni une cinquantaine de spécialistes dont une trentaine d'étrangers, essentiellement anglo-saxons. Il s'est déroulé en grande partie sur le terrain. Ce fut l'occasion de remonter les principales rivières drainant le volcan, lieu de passage privilégié des lahars: Abacan, Sacobia-Bamban, Pasig-Potrero, O'Donnell. Un survol en hélicoptère a permis de repérer précisément le réseau hydrographique et d'évaluer l'ampleur du phénomène: des lahars ont même barré une vallée et formé le lac de retenu Mapanuepe!

Les séances vespérales ont permis la confrontation des idées. En se basant sur les observations qui ont suivi les éruptions bien moins importantes du Mont St Helens en 1980 et du Galunggung en Indonésie en 1983, il apparaît que les phénomènes de lahars devraient affecter les alentours du Pinatubo jusqu'en...2010! Ce mélange eau / boue en proportion variable (40-60 % de solide dans les solutions hyperconcentrées, à 60-85 % dans les lahars typiques) se déplace à une vitesse de l'ordre de 30km/h et entraîne les ponces. Il peut tout aussi bien inciser une nouvelle vallée dans les matériaux meubles, qu'en combler une autre. Il s'écoule sur des pentes même faibles et parcourt des distances de plusieurs dizaines de kilomètres.

L'eau percolant au travers des matériaux non complètement refroidis, l'ensemble ressort à une température de 30 à 60 °C. Il reste une étendue boueuse, de 0,5 à 5 m d'épaisseur, le plus souvent entre 1,5 et 2 m. Celle-ci peut subir ensuite une induration comparable à celle du ciment si la teneur en argile est importante.

Le typhon Mameng

La saison des pluies 1995 a été particulièrement dévastatrice. Entre le 28 et le 30 juillet 1995, le typhon a occasionné des lahars, laissant 30 millions de m³ de dépôts sur 12 km². 15000 personnes furent évacuées.

Le 1er octobre 1995, le typhon, encore plus violent (200 mm d'eau en 16 heures!) a déclenché de nouveaux lahars dans la vallée Pasig-Potrero, le plus important à 3 h 30 du matin. Sa vitesse atteignait 22 km/h avec une production maximum de 4000 m³/s lorsqu'il était canalisé par la vallée. Au total, 50 millions de m³ ont été déposés sur une surface de 20 km². On dénombre entre 50 et 100 morts et plusieurs dizaines de milliers de personnes évacuées.

La ville de Bacolor, située à une trentaine de kilomètres du cratère, a été quasi recouverte par 3 mètres de boue, localement plus. L'ampleur du désastre montrait clairement le pouvoir destructeur de ce type de catastrophe: voitures emportées, maisons ensevelies jusqu'au toit, église envahie de boue, vallées comblées et ponts obstrués ou détruits. Des habitants cherchaient à l'aide de sondes la trace des anciennes routes ainsi que celles de véhicules qui pouvaient être encore dégagés avant la solidification complète de l'ensemble: ils progressaient encordés car risquaient d'être engloutis à tout moment par cette masse boueuse à la limite du seuil de thixotropie. Plus récemment, le 3 novembre 1995, le typhon «Angela» a encore tué et dévasté le Nord du pays (600 morts ou disparus, 500000 évacués, 70 millions de dollars de dégâts).

Un système d'alerte a été mis au point par le Phivolcs. Des observateurs dans des postes avancés sont capables d'annoncer l'arrivée d'un lahar aux habitants des villes et villages situés en contrebas. Ceux-ci disposent de 1/2 à 3/4 h seulement pour évacuer. Par ailleurs tout un système de digues est en construction. Autant de mesures qui devraient sauver les hommes mais les dégâts matériels restent toujours élevés. Il faudrait un budget total estimé à 4 milliards de dollars US pour endiguer parfaitement les quatre vallées les plus dangereuses (Global Volcanism Network, juillet 1995).

Renseignements: Philippine Institute of volcanology and seismology (Phivolcs), 5/6 floor, Hizon Bldg, 29 Quezon avenue, Quezon City, Philippines.

VOLCAN DE COLIMA, MEXIQUE

Jacques-Marie BARDINTZEFF

Laboratoire de Pétrographie-Volcanologie, bât. 504, Université Paris-Sud, F-91405 Orsay

Un édifice impressionnant

Le complexe volcanique de Colima, situé à 475 kilomètres à l'Ouest de Mexico est un des plus importants du Mexique. Il est constitué du Nevado de Colima (4240 m et souvent enneigé en hiver comme son nom l'indique) inactif maintenant et du Fuego de Colima (3960 m) en activité quasi continue. Les deux sommets sont distants de 7 km seulement. Sur le flanc Nord-Est du Fuego se dresse le "Volcancito" (3500m) apparu en 1869.

Le Fuego de Colima, volcan mexicain historique le plus actif, a été le siège d'une cinquantaine d'éruptions au cours des 5 derniers siècles. Les plus importantes datent de 1611, 1771, 1818 et du 20 janvier 1913, avec un panache de cendres de 10 km de haut et des nuées ardentes parcourant 15 km vers le Sud-Ouest. Récemment des éruptions moins intenses ont montré un caractère tantôt magmatique (1961-62, 1975-76, 1981-82, 1991) tantôt phréatique (1987, 21 juillet 1994 dernière éruption, suivie d'un lahar le 6 octobre de la même année). Actuellement le cratère rejette en permanence de grandes quantités de gaz à une température de 500-600 °C. On estime les quantités journalières de SO₂ à 400 - 600 tonnes.

Auparavant (quelques milliers à quelques dizaines de milliers d'années), le complexe Colima a libéré de nombreuses "nuées d'avalanches" d'origine mixte, en partie explosive et en partie due à un écroulement sectoriel de l'édifice, qui ont parcouru jusqu'à 110 km pour atteindre la côte Pacifique, comme le prouve leurs dépôts.

On comprend le danger que présente ce volcan pour la ville de Colima (110 000 habitants à 33 km de distance) et pour l'ensemble de la région.

Un congrès bisannuel

Depuis 1988, l'Observatoire du volcan Colima et l'Université organisent une réunion internationale bisannuelle: la cinquième a eu lieu du 22 au 26 janvier 1996. Elle a réuni 75 experts de 21 pays. Les communications ont porté en priorité sur l'histoire géologique du volcan Colima, les risques importants qu'il présente, sa surveillance. Il a été aussi beaucoup question des autres volcans du Mexique (Popocatepetl, Pico de Orizaba...) et d'Amérique centrale et de leur comparaison avec d'autres volcans surveillés du monde. De nombreuses collaborations existent avec des institutions de différents pays. Une disquette réunissant l'ensemble des résumés ainsi que de nombreuses données sur le Colima a été remise à chacun.

Une excursion sur le terrain a permis d'observer le cône majestueux de près, de repérer la caldeira du paleo-Fuego, dont le stade final remonterait à seulement 2500 ans et de prélever les tephra de l'éruption de 1913 et d'autres, préhistoriques.

Une telle réunion d'un haut niveau scientifique et d'une organisation sans faille, devrait donner des idées à d'autres.

Renseignement: Jorge Piza Espinosa, Observatorio Vulcanologico de la Universidad de Colima, Apto postal 22, Colima, Mexique.

LES VOLCANS, Risques et utilité

Ph. BOUYSSÉ

La Compagnie du livre, Paris, Editions BRGM, Orléans, 1995, 1 vol. rel. 21x28,5 cm, 64 p., nombreuses il. couleur (Collection Les secrets de la Terre), Prix : 96 F.

analyse de Jacques-Marie BARDINTZEFF

*Laboratoire de Pétrographie-Volcanologie, bât. 504, Université Paris-Sud,
F-91405 Orsay*

Ce grand livre, tout en couleur, est divisé en quatre parties :

(1) Les "connaissances actuelles" présentent le phénomène volcanique, un des résultats les plus visibles du fonctionnement profond de la machine thermique Terre. Le magma, véritable "sève du manteau", remonte et jaillit en surface lors des éruptions, si variées : effusion de lave ou explosion de cendres, sans oublier les nombreux volcans sous marins, ni les cousins extra-terrestres bien étonnants.

(2) "Mythes et légendes" nous entraînent dans le monde des cyclopes : feux souterrains de Vulcain entretenus par le souffle d'Eole, les batailles terribles des Titans, la fureur d'Encelade enseveli sous l'Etna... ont alimenté la mythologie gréco-romaine. Mais les légendes abondent aussi chez tous les autres peuples vivant au voisinage de ces montagnes susceptibles (Hawaii, Andes, Mexique, Nouvelle Zélande).

(3) "L'évolution du savoir" est un des points forts du livre. D'Aristote à Buffon, il n'y a pratiquement rien de

nouveau. Il faut attendre Jean-Etienne Guettard, qui en 1753 identifie formellement les Monts d'Auvergne comme des volcans, puis les connaissances progressent rapidement d'Hamilton à Fouqué. Aujourd'hui, grâce à des observatoires parfaitement équipés, la volcanologie est devenue une science presque exacte.

(4) "La science et ses applications", discute des problèmes de prévisions d'éruption et de gestion du risque volcanique. Le volcanisme a eu de très nombreux aspects positifs pour l'humanité, comme le souligne le sous-titre de l'ouvrage : sources thermales, matière utile (du soufre... au diamant), énergie (géothermie). Les représentations artistiques des fresques turques vieilles de 9000 ans aux B.D. en passant par les splendides gouaches napolitaines, témoignent de la fascination exercée sur l'Homme par ces bouches de l'enfer.

Ce bel album, écrit dans un style clair et enjoué, argumenté par une iconographie de très grande qualité, s'adresse à tous. Il est promis à un grand succès.

CRISTAUX ET MINÉRAUX

P. BARRIER et H. LEYRIT

L'Harmattan, Paris, 1995, 1 vol. br. 13,5x21,5 cm, 189 p., 17 fig., nombreuses photos

analyse de Jacques-Marie BARDINTZEFF

*Laboratoire de Pétrographie-Volcanologie, bât. 504, Université Paris-Sud
F-91405 Orsay*

Les auteurs nous présentent le monde minéral, fascinant par ses couleurs et variétés. Les cristaux se cachent un peu partout : près des volcans, dans les grottes, au fond de la mer... Leurs propriétés physiques, chimiques, optiques permettent de les reconnaître. Leur éternité ne reste qu'apparente car ils naissent, grandissent, meurent et sont sensibles à la lumière, à la chaleur... De tous temps les hommes ont essayé de les imiter !

Sorcières et guérisseurs utilisant leurs propriétés magiques préparaient des potions d'arsenic ! Aujourd'hui encore des bijoutiers proposent des pierres en fonction des signes du zodiaque. Certaines vertus médicales sont cependant incontestables et des minéraux, en sachets ou en gélules, soulagent notre vie quotidienne.

Les minéraux caractérisent parfaitement les étapes de l'évolution hu-

maine : silex taillé, métaux, alliages, puis une exploitation minière de plus en plus rationnelle. Les connaissances scientifiques évoluent parallèlement, à la suite d'Agricola du XVIème siècle, véritable père de la minéralogie : mesures de la densité, des angles, jusqu'à l'approche du réseau atomique.

Les applications sont multiples : les gemmes et leur beauté parfaite, les minéraux industriels : du sel à la barytine sans oublier les célèbres montres à quartz et les nombreux constituants des téléviseurs. On comprend la passion des collectionneurs, mais attention au pillage !

Pascal Barrier et Hervé Leyrit nous racontent les minéraux avec une grande pédagogie et nous démontrent leur importance majeure, dans ce beau livre, merveilleusement illustré et accessible à tous.

LA CATASTROPHE DU LAC NYOS AU CAMEROUN

O. LEENHARDT

L'Harmattan, Paris, 1995, 1 vol. br. 13,5 x 21,5cm, 189 p., 17 fig., nombreuses photos

Analyse de Jacques-Marie BARDINTZEFF

Laboratoire de Pétrographie-Volcanologie, bat. 504, Université Paris-Sud,
F-91405 Orsay

Ce livre est une véritable "autopsie" d'une catastrophe survenue le 21 août 1986 au Nord-Ouest du Cameroun. Dans une vallée reculée, un nuage de gaz carbonique émis par le lac Nyos a fait 1746 victimes et 659 blessés sur les 6180 habitants de cette région ; tous les êtres vivants furent également tués, à l'exception bien sûr des végétaux. Outre l'aspect purement scientifique du phénomène, l'auteur aborde largement l'aspect social (pays, population) comme le souligne le sous-titre.

La catastrophe, qui ne se rapproche d'aucune observation antérieure, est elle-même décrite en détail : que s'est-il exactement passé ? Des témoignages de "première main" sont retranscrits, tels quels. Le cas équivalent (?) du lac Monoum en 1984 est également présenté. Suivent l'alerte, les opérations de secours, l'évacuation (4434 personnes déplacées) et la réinstallation après 18 mois d'attente des sinistrés, grâce à la solidarité nationale et aux aides humanitaires internationales. Le bilan de la douzaine de missions réalisées par différents pays débouche sur la conférence internationale de Yaoundé en mars 1987, organisée par le gouvernement camerounais sous l'égide de l'UNESCO, largement commentée par les médias.

Deux hypothèses possibles s'opposent : *limnique* (simple remontée d'eaux profondes préalablement lentement enrichies sous pression par du CO₂ d'origine volcanique) ou bien *volcanique* (émission brusque d'une grande quantité de CO₂ profond) : dialogue souvent difficile entre les partisans de chacune ; l'auteur argumente et penche pour la deuxième hypothèse. Des précautions futures permettront-elles d'éviter un nouveau drame ? : surveillance de la température du lac par Nyosonde, dégazage préventif de celui-ci par les "orgues de Nyos" (voir "Géochronique"), et quelle est la solidité du barrage naturel, constitué d'un ancien maar, qui ferme le lac ? Des annexes documentées chiffrent exactement le nombre de sinistrés, le montant des aides financières, présentent des rapports médicaux... Une bibliographie complète l'ensemble.

Cet ouvrage dépasse largement le cadre scientifique. Olivier Leenhardt, qui a passé de nombreuses années au Cameroun, présente l'aspect humain de la catastrophe, avec les résultats, les doutes... et de nombreuses questions posées. Il nous fait réfléchir et intéressera tous les géologues mais aussi les responsables et un public large.

FILM: "Le gaz mortel du lac Nyos"

Réalisation Antoine de Maximy, Magma Productions, 52 mn, 1995

analyse par Jacques-Marie BARDINTZEFF

*Laboratoire de Pétrographie-Volcanologie, bât. 504, Université Paris-Sud,
F-91405 Orsay*

Ce film retrace l'expédition dirigée par Michel Halbwachs, de l'Université de Savoie, dans le but de débarasser ce lac volcanique, qui avait tué "sans pardon" 1746 personnes en 1986, des 300 millions de m³ de gaz carbonique qu'il contient encore à l'état dissous. Des premières expériences avaient montré comment des petits tuyaux, appelés "flute de Pan", plongés dans le lac, permettaient une remontée auto-entretenu des eaux profondes, qui se dégazient "en douceur" en surface.

Un projet, plus ambitieux, intitulé "les orgues de Nyos" va permettre en plusieurs années de pomper les eaux profondes pour que le CO₂ disparaisse complètement. Un tuyau de 200 mètres est immergé verticalement. Les eaux remontent et sont éjectées à 100 km/h jusqu'à 20 mètres de hauteur. Ce système fonctionnera

pendant des années sans apport d'énergie, jusqu'à disparition totale du gaz mortel. Les populations avoisnantes pourront alors regagner sans danger leurs villages.

Mais attention à ne pas déclencher une nouvelle catastrophe!

Ce film d'une grande rigueur scientifique mais très compréhensible, ménage le suspens jusqu'à la fin. Il a été programmé en clair sur Canal+ le 11 novembre dernier et il a reçu le prix de l'aventure scientifique lors du 4e Festival international du film d'exploration "Jules Verne" de Paris s'est tenu à l'Institut Océanographique du 23 au 27 novembre 1995.

PHYSICS AND CHEMISTRY OF DYKES

Baer G. & Hermann A. (Eds.) 1995

Balkema, Rotterdam 339 p.

analyse par Hervé LEYRIT

Ce livre est une sélection de 26 articles présentés lors de la 3e conférence internationale sur les dykes qui s'est déroulée à Jérusalem (Israël) en septembre 1995.

Les articles sont présentés en deux parties : l'une groupant l'aspect physique, l'autre traitant l'aspect chimique.

La première partie est composée de 14 articles qui traitent de la géométrie et des caractéristiques des champs de dykes (4 articles), des mécanismes de mise en place et de déformation de l'encaissant (4 art.), de l'écoulement magmatique (4 art.) et du paléomagnétisme (2 art.).

La seconde partie est constituée par 12 articles regroupés en 4 chapitres qui présentent la géochimie (4 art.), la pétrogenèse (3 art.), la géochronologie (3 art.) et des processus d'altération (2 art.).

Ce livre rassemble ainsi de nombreux domaines de recherche.

Quelques comptes-rendus synthétiques permettent de faire le point sur les connaissances acquises plus ou moins récemment. Ces articles côtoient les résultats des recherches récentes, généralement plus spécifiques, comme les observations de terrain sur la déformation de l'encaissant, les analyses texturales ou des mesures géométriques. Celles-ci permettent de contraindre les paléo-champs de contraintes régionaux, les modèles théoriques comme les reconstructions des paléocontinents ou la mise en place des panaches mantelliques. La plupart des régions du monde sont donc concernées. Les dykes permettent également d'accéder à la pétrologie et la géochimie du manteau quels que soit l'épaisseur crustale (craton, etc...), l'âge de la croûte, etc... Cet ouvrage apporte ainsi une contribution utile à la connaissance par l'aspect pluridisciplinaire développé. Globalement, il semble que cet ouvrage offrira au spécialiste une possibilité de pénétrer le monde filonien.