

Une décennie de recherches volcanologiques en Équateur

Jean-Luc Le Pennec¹
Claude Robin²
Jean-Philippe Eissen³
Pablo Samaniego⁴
Hugo Yepes⁴

Mots-clés : volcanologie – cartographie – géochimie – risques – Équateur

Introduction

L'IRD, ex-ORSTOM, est présent en Équateur depuis 30 ans. Le troisième tiers de ce temps a vu le développement des recherches en volcanologie, en partenariat avec l'Institut Géophysique de l'École Polytechnique Nationale (IG-EPN) de Quito. À partir de 1994, deux chercheurs, Claude Robin et Michel Monzier, ont mis en œuvre un ambitieux programme de volcanologie à l'IG-EPN, avec pour objectif de quantifier les processus magmatiques et d'étudier la dynamique des éruptions, afin d'évaluer les aléas des volcans andésitiques d'Équateur. Avec une cinquantaine de volcans quaternaires, dont une vingtaine potentiellement actifs, ce pays était tout désigné pour ce type de recherches.

Une recherche pluridisciplinaire

Pour atteindre ce but, les chercheurs de l'IRD et leurs partenaires de l'IG-EPN

ont eu recours à des méthodes modernes, utilisées dans les laboratoires du Nord. Citons en particulier le laboratoire « Magmas et Volcans » de Clermont-Ferrand, le laboratoire de datation ³⁹Ar-⁴⁰Ar de Nice, celui d'analyse des roches par ICP-MS de l'Institut Universitaire Européen de la Mer à Brest, le Centre de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement d'Aix-en-Provence, le laboratoire de Recherche sur les Isotopes de Groningen aux Pays-Bas, parmi d'autres. Ces laboratoires ont permis d'acquérir les

1 IRD, Whymper 442 y Coruña, Apartado 17-12-857, Quito, Équateur

2 IRD, Santiago, Chile

3 IRD, UMR « Magmas et volcans », Laboratoire Magmas et volcans, UMR 6524, OPGC-Université Blaise Pascal, 5, rue Kessler, 63038 Clermont-Ferrand cedex, France

4 Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IG-EPN), Apartado postal 17-01-2759, Quito, Équateur

données chimiques et physiques indispensables à l'étude des roches prélevées sur le terrain, et ont déterminé l'âge d'un grand nombre de laves et dépôts volcaniques. Les connaissances sur l'activité, la structure et la pétrologie des édifices ont fait des avancées spectaculaires. C'est par exemple le cas pour les volcans Mojanda, Sangay, Cayambe, Pichincha, Sumaco, Antisana, Illiniza, Pululahua, Tungurahua, Imbabura, Chimborazo. Les données géochimiques accumulées au cours de cette décennie de coopération permettent également de présenter, pour la première fois, une évolution globale du magmatisme quaternaire d'Équateur. Les rôles respectifs de la fusion de la plaque plongeante, du coin de manteau, ou des roches basiques de base de croûte continentale dans la genèse des laves sont maintenant connus.

D'autres exemples montrent à quel point la vision du volcanisme équatorien a évolué au cours de cette décennie : ces recherches ont montré la fréquence cyclique des éruptions depuis 4 000 ans au Cayambe ainsi que les risques de coulées de boue qui pèsent sur la ville du même nom. Concernant l'Atacazo, les études mettent l'accent sur la violence des éruptions récentes. Des fumeroles y ont été découvertes pour la première fois en août 2004, lors d'une mission IRD-IG-EPN. Au Tungurahua, l'analyse fine de la chronologie éruptive montre que des coulées pyroclastiques sont produites en moyenne tous les 170 ans, et que les effondrements sectoriels

y sont fréquents. Au Chimborazo, il est désormais démontré qu'une activité de nuées ardentes s'est produite à plusieurs reprises au cours des derniers millénaires. De la même façon, les résultats acquis à l'Imbabura indiquent que ce volcan ne doit plus être considéré comme éteint, puisque les dernières éruptions remonteraient au début de l'Holocène, vers 8 000-10 000 ans avant le présent.

Outre la production scientifique diffusée dans les revues internationales spécialisées, le fruit des recherches menées dans le cadre de la coopération en volcanologie entre l'IRD et l'IG-EPN se caractérise par l'application aux besoins des institutions nationales équatoriennes, qui sont en charge de la prévention des risques. Les résultats de ces recherches ont amené à produire ou actualiser de nouvelles cartes de menaces (Cayambe, Tungurahua, Cotopaxi, Imbabura), ainsi que des livrets explicatifs, dont l'un a été primé par la municipalité de Quito en 2003.

Ces dernières années, au cours des éruptions et importantes crises volcaniques qui ont affecté le pays, les chercheurs de l'IRD ont également appuyé leurs partenaires de l'IG-EPN, en apportant un savoir-faire pour recueillir dans l'urgence des données quantitatives nécessaires à l'interprétation des phénomènes et à la gestion des crises. Ce fut le cas lors des éruptions des volcans Pichincha, Tungurahua et El Reventador. Par ailleurs, le niveau des chercheurs équatoriens, issus des DEA

ou doctorats réalisés durant cette coopération, a abouti à la constitution, au sein de l'IG-EPN, d'une Jeune Equipe Associée à l'IRD. Elle permet à l'IG-EPN de conforter son potentiel de recherche de haut niveau sur les thèmes volcanologiques chers à l'IRD.

À la mémoire de Michel Monzier

Michel Monzier, chercheur IRD, a séjourné en Équateur de 1995 à 2000 pour développer des recherches sur l'évolution de plusieurs volcans à risque (comme le Pichincha ou le Cayambe), et produire la meilleure base de données constituée à ce jour sur la diversité

pétrologique et géochimique des laves quaternaires d'Équateur. En juillet 2004 il est revenu afin de parachever une étude géochimique complète de l'arc volcanique. Frappé par une embolie cérébrale lors d'une mission à l'Atacazo, Michel Monzier est décédé à Quito le 2 septembre 2004. Connu pour la qualité et le sérieux de ses recherches — en Equateur comme ailleurs — Michel était très apprécié à l'IRD et à l'IG-EPN, ainsi qu'au laboratoire « Magmas et Volcans » de Clermont-Ferrand, où il avait travaillé de 2000 à 2004. Nous dédions l'ensemble des résumés de volcanologie présentés dans ce volume à sa mémoire.



Michel Monzier en 1999, au bord du cratère actif du Guagua Pichincha, volcan qu'il avait étudié très en détail

Michel Monzier en 1999, al borde del cráter activo del Guagua Pichincha, volcán que estudió muy en detalle

Un decenio de investigaciones volcanológicas en Ecuador

Palabras clave: volcanología – cartografía – geoquímica – riesgos – Ecuador

Introducción

IRD, antes ORSTOM, está presente en Ecuador desde hace treinta años. Durante el último decenio ha desarrollado investigaciones en volcanología, en cooperación con el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IG-EPN) de Quito. A partir de 1994, dos investigadores, Claude Robin y Michel Monzier, lanzaron un ambicioso programa de volcanología en el IG-EPN con el objetivo de cuantificar los procesos magmáticos y estudiar la dinámica de las erupciones a fin de evaluar las amenazas que representan los volcanes andesíticos de Ecuador. Con alrededor de cincuenta volcanes cuaternarios, y entre ellos una veintena potencialmente activos, este país es un terreno ideal para este tipo de investigaciones.

Una investigación pluridisciplinaria

Para conseguir tal objetivo, los investigadores del IRD y sus contrapartes del IG-EPN recurrieron a métodos modernos, utilizados en laboratorios del Norte. Se pueden citar en particular el Laboratorio «Magmas y volcanes»

de Clermont-Ferrand, el laboratorio de datación ^{39}Ar - ^{40}Ar de Niza, el de análisis de rocas mediante ICP-MS del Instituto Universitario Europeo del Mar en Brest, el Centro de Investigación y Enseñanza de las Geociencias del Medio Ambiente de Aix-en-Provence, el laboratorio de Investigación sobre los Isótopos de Groningen en los Países Bajos, entre otros. Estos laboratorios permitieron adquirir los datos químicos y físicos indispensable para el estudio de las rocas recogidas en el campo y en ellos se determinó la edad de gran cantidad de lavas y depósitos volcánicos. Los conocimientos sobre la actividad, la estructura y la petrología de los edificios progresaron de manera espectacular. Es por ejemplo el caso de los volcanes Mojanda, Sangay, Cayambe, Pichincha, Sumaco, Antisana, Illiniza, Pululahua, Tungurahua, Imbabura, Chimborazo. Los datos geoquímicos acumulados durante este decenio de cooperación permiten igualmente presentar, por primera vez, la evolución global del magmatismo cuaternario de Ecuador. Ahora ya se conocen los respectivos papeles de la fusión de la placa subductada, de la cuña del manto o de

las rocas básicas de la corteza continental en la génesis de las lavas.

Otros ejemplos muestran hasta qué punto la visión del volcanismo ecuatoriano ha evolucionado a lo largo de este decenio: estas investigaciones han mostrado la frecuencia cíclica de las erupciones desde hace 4.000 años en el Cayambe, así como los riesgos de flujos de lodo que pesan sobre la ciudad del mismo nombre. En cuanto al Atacazo, los estudios ponen énfasis en la violencia de las recientes erupciones. Allí se descubrieron fumarolas por primera vez en agosto de 2004, durante una misión IRD/IG-EPN. En el Tungurahua, el análisis fino de la cronología eruptiva muestra que se producen flujos piroclásticos en promedio cada 170 años y que los hundimientos sectoriales son allí frecuentes. En el Chimborazo, se ha demostrado que durante los últimos milenios se ha producido una actividad de nubes ardientes en varias ocasiones. De la misma manera, los resultados obtenidos en el Imbabura indican que ese volcán ya no debe considerarse como apagado puesto que las últimas erupciones se remontarían al inicio del Holoceno, hacia 8.000-10.000 años antes del presente.

Además de la producción científica difundida en revistas internacionales especializadas, el fruto de las investigaciones desarrolladas en el marco de la cooperación en volcanología entre el IRD y el IG-EPN se caracteriza por la aplicación a las necesidades de las instituciones ecuatorianas encargadas de la prevención de riesgos. Los resultados de

las investigaciones han llevado a elaborar o actualizar nuevos mapas de amenazas (Cayambe, Tungurahua, Cotopaxi, Imbabura), así como a editar folletos explicativos, uno de los cuales fue premiado por el Municipio de Quito en 2003.

En estos últimos años, durante las erupciones e importantes crisis volcánicas que han afectado al país, los investigadores del IRD han apoyado a sus contrapartes del IG-EPN, aportando su *savoir-faire* para recolectar de manera urgente datos cuantitativos necesarios para la interpretación de los fenómenos y para el manejo de crisis. Fue el caso cuando las erupciones de los volcanes Pichincha, Tungurahua y El Reventador. Por otro lado, el nivel de los investigadores ecuatorianos que obtuvieron su DEA (Diploma de Estudios Avanzados) o doctorado durante esta cooperación, ha desembocado en la constitución, al interior del IG-EPN, de un Joven Equipo Asociado al IRD, que permite reforzar el potencial de investigación de alto nivel sobre los temas volcanológicos apreciados por el IRD.

A la memoria de Michel Monzier

Michel Monzier, investigador del IRD, vivió en Ecuador de 1995 a 2000 para desarrollar investigaciones sobre la evolución de varios volcanes de riesgo (como el Pichincha o el Cayambe) y producir la mejor base de datos constituida hasta la fecha sobre la diversidad petrológica y geoquímica de las lavas cuaternarias de Ecuador. En julio de

2004 volvió para concluir un estudio geoquímico completo del arco volcánico. Víctima de una embolia cerebral durante una misión en el Atacazo, falleció en Quito el 2 de septiembre de 2004. Conocido por la calidad y seriedad de sus investigaciones —tanto en Ecuador

como en otras partes—, Michel era muy apreciado en el IRD y en el IG-EPN, al igual que en el laboratorio «Magmas y volcanes» de Clermont-Ferrand, donde trabajó de 2000 a 2004. Dedicamos a su memoria los resúmenes de volcanología presentados en este volumen.