



HAL
open science

Les observatoires volcanologiques et sismologiques : 80 ans de mesures au service de la science et des populations

André Anglade, Valérie Clouard, Céline Dessert, J. C. Komorowski, Philippe Kowalski, Arnaud Lemarchand, Constanza Pardo, Aline Peltier, Claudio Satriano, Jean-Marie Saurel

► **To cite this version:**

André Anglade, Valérie Clouard, Céline Dessert, J. C. Komorowski, Philippe Kowalski, et al.. Les observatoires volcanologiques et sismologiques : 80 ans de mesures au service de la science et des populations. 2017, pp.2-4. hal-03712674

HAL Id: hal-03712674

<https://hal.science/hal-03712674v1>

Submitted on 11 Jul 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LES OBSERVATOIRES VOLCANOLOGIQUES ET SISMOLOGIQUES : 80 ANS DE MESURES AU SERVICE DE LA SCIENCE ET DES POPULATIONS

Auteurs : André Anglade, Valérie Clouard, Céline Dessert, Jean-Christophe Komorowski, Philippe Kowalski, Arnaud Lemarchand, Constanza Pardo, Aline Peltier, Claudio Satriano, Jean-Marie Saurel

Depuis sa fondation, l'Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP) est responsable de l'observation et de la surveillance de l'activité des trois volcans actifs français au sein de leur contexte régional : la Montagne Pelée en Martinique et la Soufrière de Guadeloupe aux Antilles, ainsi que le Piton de la Fournaise sur l'île de la Réunion dans l'Océan Indien. Il collabore également aux opérations de l'observatoire géophysique d'Arta à Djibouti (OGA) depuis 1973 et de l'observatoire volcanologique du Karthala (OVK) aux Comores depuis 1986.

Aux Antilles, dès l'éruption du 8 mai 1902, un observatoire permanent est établi à Fonds-Saint-Denis sous l'égide du service météorologique, face à la Montagne Pelée avec déjà des sismographes, parmi d'autres instruments. En 1925, l'activité du volcan ayant diminué, les observations sont arrêtées. Mais en 1936, après l'éruption de 1929, un nouveau bâtiment en béton est construit à proximité et une observation permanente est établie, avec l'installation d'un sismographe Quervain-Piccard équipé d'une masse de 20 tonnes. Les activités d'observation passent sous la responsabilité de l'IPGP en 1946. En parallèle, après l'installation d'un premier instrument en 1948, un observatoire est établi en Guadeloupe en 1950 avec deux sismographes pour surveiller l'activité de la Soufrière. Une cave sismique est creusée en 1952.

Dès le milieu des années 1950, les réseaux des observatoires de Martinique et Guadeloupe se développent, notamment avec les nouveaux sismomètres électromagnétiques, bien plus compacts (quelques kilos) et sensibles que leurs prédécesseurs mécaniques. Transmettant leurs données par câbles téléphoniques, ils permettent de suivre l'éruption phréatique de 1956 de la Soufrière en Guadeloupe. En 1972, les premières stations radio-télémetrées sont déployées. C'est ce réseau radio-télémetré qui sera rapatrié sur la Soufrière à partir de 1975 et qui a permis de surveiller l'érup-

tion de 1976. Une année plus tard, en 1977, à la Réunion, la lave du Piton de la Fournaise sort de l'Enclos Fouqué (caldera inhabitée à l'intérieur de laquelle se produit 97% des éruptions) et détruit partiellement le village de Piton Sainte-Rose. Les autorités, le département et le CNRS décident alors d'établir un observatoire à la Réunion et de confier sa gestion à l'IPGP. L'Observatoire Volcanologique du Piton de la Fournaise (OVPF) est opérationnel en 1979.

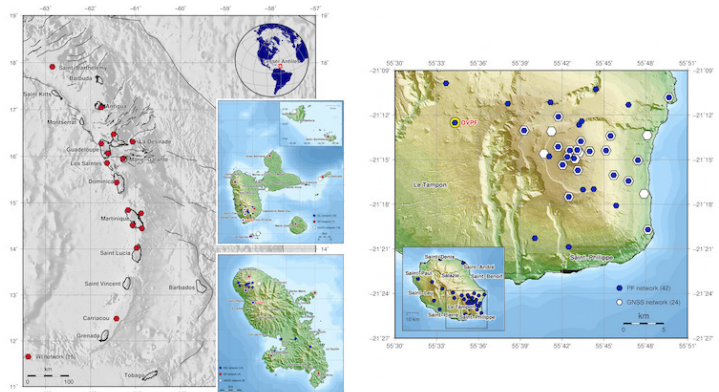


Fig.1) Cartes des 4 réseaux sismiques distribués par le nœud A VOLCANO de RESIF. De gauche à droite et de haut en bas : réseau WI, réseau GL, réseau MQ, réseau PF.

Les années 1980 seront marquées par le développement des techniques d'observation avec, entre autres, l'installation et le déploiement d'un réseau dense de sismomètres à transmission analogique par voie hertzienne. Cette technologie, robuste, peu coûteuse et largement déployée de par le monde, reste encore utilisée aujourd'hui. En Guadeloupe, l'observatoire est alors situé sur les flancs de la Soufrière et il dut être temporairement déplacé lors de la crise éruptive de 1976 dans la poudrière du Fort Delgrès construit en 1650 à Basse-Terre. Il est alors décidé de le reconstruire en l'éloignant du volcan. Le bâtiment actuel, sur le Morne Houëlmont, ouvre ses portes en 1993. Peu de temps après, l'usage scientifique des mesures de positionnement par satellite se développe (systèmes GNSS–Global Navigation Satellite System– dont le

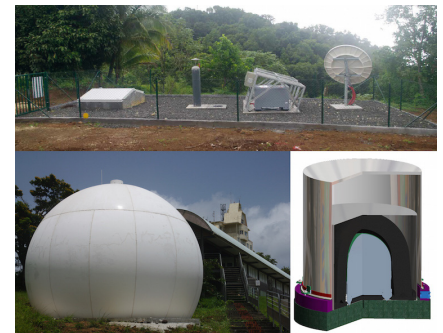
GPS, déployé par les militaires américains). C'est ainsi que les réseaux de stations GNSS permanentes se développent sur les trois volcans. Dans les années 2000, les deux observatoires des Antilles sont renommés en observatoires volcanologiques et sismologiques de la Guadeloupe (OVSG) et de la Martinique (OVSM), au vu de leur implication grandissante dans l'enregistrement et la caractérisation de la sismicité régionale de la subduction antillaise, mise en lumière lors des séismes des Saintes (magnitude 6,3, Guadeloupe) en novembre 2004 et de Martinique (magnitude 7,4) en novembre 2007. Enfin, 80 ans après la construction du premier observatoire, un nouveau bâtiment sera livré à l'OVSM par la Collectivité Territoriale de Martinique en 2017.

Au début des années 2000, une nouvelle technologie de sismomètres prend son essor et devient abordable : les capteurs large-bande associés à la numérisation sur site se multiplient. En 2003, quatre premières stations large-bande sont installées sur la Soufrière pour tenter de détecter des signaux basse-fréquence liés aux mouvements de fluides dans l'édifice volcanique. L'intérêt de ces capteurs sur un volcan est encore démontré en 2009 avec l'installation pour 4 ans sur le Piton de la Fournaise du réseau de l'ANR Undervolc (Brenguier et al., 2012) afin de suivre les variations de vitesse sismique dans l'édifice lors des phases d'activité. Ce réseau sera racheté par l'IPGP dans le cadre d'un projet Feder. Ce projet servira aussi à rénover l'équipement informatique pour gérer cet afflux massif de données et utiliser les nouveaux standards d'acquisition, de traitement et d'archive de la donnée sismique moderne (virtualisation, NAS, SEED, SeisComp3).

Dès les années 2005, une réflexion identique est engagée aux Antilles avec l'émergence de la prise en compte du risque tsunami suite au dramatique événement du 26 décembre 2004 en Indonésie. Un réseau régional multi-paramètres (vélocimètre, accéléromètre et GNSS continu), à transmission satellite (technologie VSAT), co-opéré avec le Seismic Research Center (SRC, à Trinidad) est ainsi déployé à partir de 2008. Ce réseau (Anglade et al., 2015), financé par un CPER-PO en Guadeloupe, et par l'Interreg Caraïbe Tsuareg à partir de 2010 en Martinique, couvre aujourd'hui

l'ensemble de l'arc, des Grenadines au sud à Saint-Barthélémy au nord, et fournit aux chercheurs des données d'une qualité jamais obtenue à cette échelle sur la zone de subduction des Petites Antilles. Là aussi, les efforts d'instrumentation s'accompagnent d'un effort de modernisation des infrastructures informatiques de chacun des deux observatoires.

Fig.2) Réseau WI à transmission par satellite et capteurs large-bande. De haut en bas et de gauche à droite : station CBE avec cave sismique, pilier GPS permanent, alimentation solaire et antenne VSAT, hub de



réception des stations VSAT en Martinique, sous son radome et coupe des différentes couches d'isolation des sismomètres large-bande (système CASIS).

Après dix ans de travail, 54 stations modernisées (travail toujours en cours), 4,2 millions d'euros de budget et l'implication d'une trentaine de personnes dans les observatoires, mais aussi à Paris, les données des quatre réseaux des observatoires volcanologiques (GL, MQ, PF et WI) - quotidiennement utilisées en routine dans les observatoires pour la construction des catalogues sismiques régionaux et des volcans - sont aujourd'hui diffusées à la communauté scientifique, notamment par le biais du nœud B de RESIF, avec l'aide du CDD, le centre de données de l'IPGP (centrededonnees.ipgp.fr). Ces nouvelles stations complètent les données des stations GEOSCOPE de FDF et RER, longtemps les seules données large-bande des Antilles et de la Réunion, respectivement.

La continuité de la donnée temps-réel, malgré tous les efforts déployés, reste soumise aux aléas des moyens de transmission utilisés entre les stations et l'observatoire. Ainsi, les équipes des observatoires ont mis en place des procédures plus ou moins automatisées pour compléter ces archives et récupérer sur les stations les données manquantes.

Les données de l'ensemble des réseaux de mesure de chaque observatoire sont ensuite synchronisées

chaque nuit sur un espace disque dédié à Paris, ce qui inclut donc les données complétées des quatre réseaux sismiques opérés par le nœud A VOLCANO de RESIF.

Avec l'aide d'étudiants volontaires de l'école doctorale STEP'UP de l'IPGP, dans le cadre d'une formation reconduite tous les ans depuis 2014, les données et les métadonnées passent alors le filtre de nombreuses étapes de validation et de vérification issues de l'expérience du réseau GEOSCOPE. Le but est de fournir des données vérifiées, de qualité, sans recouvrement et pour lesquelles une métadonnée (et une seule) est disponible pour chaque échantillon.

De par l'objet « volcan » qui est au cœur de l'activité des observatoires volcanologiques de l'IPGP, de multiples types de données sont acquises. La sismologie, même si elle représente une grosse partie des données et des réseaux de chaque observatoire, côtoie ainsi des réseaux de mesures de la déformation (stations GNSS, extensomètres, fissuromètres, inclinomètres), des réseaux de mesures géochimiques (géochimie des gaz fumeroliens, du panache et du sol, géochimie des eaux du système hydrothermal, forages), des réseaux de mesure de grandeurs physiques générales (gravimétrie, géophones, stations météorologiques, températures, imagerie optique et thermique, magnétométrie, polarisation spontanée du sol). L'ensemble de ces données permet ainsi au personnel de l'observatoire d'avoir à tout instant une vue d'ensemble de l'activité du volcan et de sa région. De plus, les observatoires acquièrent de très nombreuses données lentes dans les domaines de la géologie et de la géochimie qui complètent les observations sur les volcans (e.g. échantillonnage de roches et de coulées de lave, analyses pétrologiques et géochimiques de roche, cartographie, datations radiocarbones, sédimentologie et stratigraphie des produits éruptifs, reconstruction du passé éruptif).

Un effort est en cours depuis plusieurs années afin de mettre l'ensemble de ces données à disposition des utilisateurs. C'est le rôle du portail Volobsis (volobsis.ipgp.fr), qui permet dès à présent de diffuser les données des réseaux GNSS et fournit des liens vers les centres de données distribuant les données sismiques, dont celui de RESIF. Cet effort est amplifié depuis peu par la par-

ticipation de l'IPGP au projet européen EPOS, et plus précisément au sein du Work Package 11, où il travaille à la définition commune de standards de données, métadonnées et des moyens de distribution.

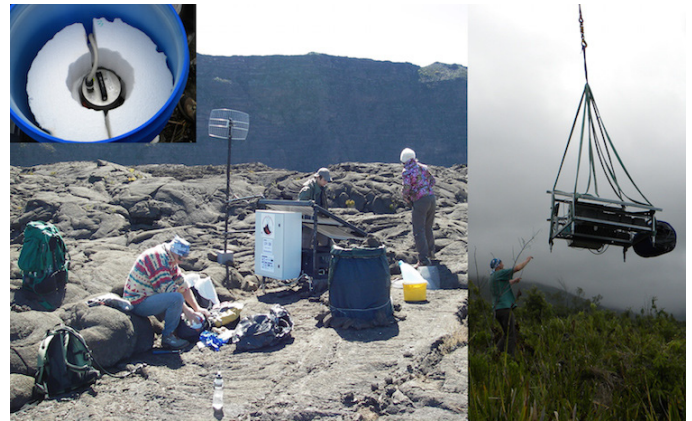


Fig.3) Réseau PF à la Réunion, station transmise par Wifi installée sur une coulée de lave du volcan. De gauche à droite : capteur et son isolation thermique, vue générale de la station, hélitreuillage d'une structure de station (panneaux solaires, batteries, électronique).

Enfin, les deux observatoires antillais sont également fortement impliqués dans la collaboration régionale et internationale pour le suivi de l'arc de subduction des Petites Antilles, par le biais des programmes européens pour la modernisation des réseaux, mais aussi à travers le système d'alerte aux tsunamis pour la Caraïbe (ICG-CARIBE-EWS, ou GIC-SATCAR), mis en œuvre sous l'égide de l'Unesco depuis 2006. Dans ce cadre, l'ensemble des données des stations large-bande VSAT est utilisé par les centres d'alerte d'Hawaii (PTWC, à compétence régionale pour tout le bassin Caraïbe), d'Alaska (US-NTWC à compétence nationale US et servant de sauvegarde) et de Porto-Rico (PRSN, à compétence locale pour Porto-Rico).

Références :

- Brenguier et al. (2012), *Seismological Research Letters*, 83, 7, doi: 10.1785/gssrl.83.1.97.
- Anglade et al. (2015), *Advances in Geoscience*, doi: 10.5194/adgeo-40-43-2015.

Contact : Jean-Marie Saurel, OVS-IPGP (saurel@ipgp.fr)