



## Création d'un réseau de recherche entre *L'Observatoire royal de Belgique et la Geological Agency of the Ministry of Energy and Mineral Resources de la République d'Indonésie.*

---

*Accord de Coopération BL/33/fwi01*

*Rapport d'activités*

*Dr. Thomas Lecocq & Dr. Thierry Camelbeeck*

### Introduction

Depuis 2009, l'Observatoire Royal de Belgique collabore avec le centre de surveillance volcanologique indonésien (CVGHM<sup>1</sup>) pour développer des méthodes modernes de surveillance sismique des volcans. Dans ce cadre, deux thèses de doctorat ont été réalisées en coopération avec l'ULB. Le premier travail concerne le développement de méthodes de surveillance de l'activité d'un volcan à partir de l'enregistrement d'une station sismique unique à large bande installée sur le volcan Papandayan (Java). L'objectif est d'évaluer si une telle surveillance peut être efficace et donc applicable à faibles coûts sur les nombreux volcans indonésiens pour lesquels seuls des instruments analogiques avec enregistrement papier sont disponibles actuellement. Cette thèse a été réalisée par un scientifique indonésien membre du CVGHM, Devy Syahbana. La deuxième thèse concerne l'étude plus détaillée du volcan Kawah Ijen (Java également) par les méthodes sismiques telles que la caractérisation de l'activité sismique ou l'étude des variations de propriétés physiques du volcan par l'utilisation du bruit sismique avec un nombre plus important de stations.

L'objectif du projet de Mise en Réseau était de rendre plus opérationnelle la collaboration par l'organisation de workshop, de terrain en Indonésie et l'organisation de la visite de deux scientifiques du CVGHM à Bruxelles pour une période de 3 mois. Les travaux, missions et visites organisés sont développés ci-dessous.

### Travaux réalisés - Initiatives de mise en réseau

#### Missions de Terrain

Depuis 2009, plus de 700 homme/jours ont été passés sur les volcans Papandayan et Kawah Ijen par des membres du personnel de l'ORB et des étudiants belges de l'ULB. Ces missions ont permis l'installation d'équipements modernes de surveillance sismique. Une station météorologique a

---

<sup>1</sup> CVGHM: Center for Volcanological and Geological Hazard Mitigation





également été installée sur chaque volcan pour évaluer l'influence des conditions atmosphériques sur les signaux sismiques étudiés. Lors de ces missions de terrain, un accent particulier a été mis sur la formation des "observateurs" locaux à l'utilisation des logiciels de récupération des données sismiques, de même qu'à l'utilisation des sondes de températures installées dans le Kawah Ijen.

En 2012 et 2013, deux missions ont été organisées pour terminer la réalisation du système de télémétrie du Kawah Ijen. Ce système permet maintenant de récupérer les données de toutes les stations installées sur le volcan en temps réel à l'Observatoire du volcan (situé à environ 12 km du cratère). Des ponts WiFi avec antennes directionnelles permettent de transférer des volumes de données importants à grande distance. L'ORB finance également une connexion internet dans un village à 5 km de l'Observatoire. Elle est reliée à l'Observatoire par pont WiFi également. Les données acquises sur le volcan sont disponibles à Bruxelles avec un délai de 10 à 15 secondes. Cette télémétrie nous permet de redistribuer les données en temps réel au partenaire indonésien ou aux membres de l' USGS - VDAP<sup>2</sup>. Le VDAP a installé plusieurs stations sismiques sur le volcan en 2011, mais leurs données ne sont télémétrées que jusqu'à l'Observatoire. Nous prenons en charge leur conversion et la télémétrie jusqu'à Bruxelles. Cela permet aux scientifiques du VDAP d'intervenir lorsque les observateurs demandent de l'aide pour l'analyse de l'activité sismique. Bien que disponibles, jusqu'à présent le CVGHM n'a pas fait de demande d'accès aux données en temps réel.

### **Missions de Travail – Workshop**

2 workshop ont été organisés à Bandung (Java) en 2012 et 2013. Le premier, en juillet 2012 a réuni 12 scientifiques du CVGHM pendant un jour et avait pour sujet une introduction aux méthodes d'analyse numériques de données sismiques et gestion des archives. La formation a été donnée par Dr. Thomas Lecocq, Corentin Caudron et Devy Syahbana. Différentes contributions par les scientifiques du CVGHM ont également été présentées, en outre, l'ouverture du Workshop par le Directeur du CVGHM et une présentation de l'activité volcanique en Indonésie. En juillet 2013, 5 membres du CVGHM ont suivi une formation au dépannage et à l'entretien de stations sismiques donnée par Thomas Lecocq.

Par ailleurs, le financement obtenu pour la mise en réseau a permis de financer deux missions. La première, pour Thomas Lecocq en trois étapes en Juillet 2013: 1) IAVCEI<sup>3</sup> 2013 : réunion avec les responsables du CVGHM lors de la conférence organisée à Kagoshima (Japon). Présentation des recherches réalisées à l'ORB en volcano-séismologie et organisation d'un workshop sur une méthode d'analyse de données sismiques basée sur le bruit sismique ambiant. 2) Réunions à Bandung : avec les responsables du CVGHM pour identifier des pistes de collaboration futures avec

---

<sup>2</sup> USGS-VDAP : United States Geological Survey – Volcanic Disaster Aid Program, USA.

<sup>3</sup> IAVCEI : International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior





l'ORB. 3) Terrain sur le Kawah Ijen. Devy Syahbana a, quant à lui, assisté au congrès AOGS<sup>4</sup> à Singapore en 2012. Il s'agit d'une réunion importante regroupant l'ensemble des intervenants du Sud-Est asiatique. Mr Syahbana a pris beaucoup de contacts avec des partenaires CVGHM/ORB potentiels et a présenté des résultats de sa thèse de doctorat.

## Formation de 2 scientifiques indonésiens à Bruxelles

Grâce au contrat et au financement obtenus, deux scientifiques du CVGHM ont été autorisés par leur Directeur de venir en Belgique pendant 3 mois (Février-Avril 2013). Le programme de leur formation a été divisé en trois parties: 1) Sismologie générale, 2) Analyse de données sismiques par l'utilisation d'outils de programmation modernes et 3) application de codes et logiciels d'analyse évolués sur des données volcano-sismologiques. Madame Weningsulistri a analysé les données sismiques couvrant une période autour de l'éruption du volcan Lokon (Sulawesi) en 2012 et Monsieur Imam Catur Priambodo a étudié la période pré-éruptive du volcan Kelud (Java) en 2007. Ces deux études ont fait l'objet d'un rapport qui a été soumis à l'ORB et au CVGHM.

## Résultats Scientifiques - Collaborations

Tous les instruments sont toujours fonctionnels sur le Kawah Ijen et le Papandayan. Les données du Kawah Ijen sont télémétrées en temps réel jusqu'à Bruxelles. Au total, 8 stations sismiques, 2 stations météorologique et 12 sondes de températures sont toujours en Indonésie. A l'issue des deux thèses de doctorat terminées en 2013 (Corentin Caudron et Devy Syahbana), plusieurs articles scientifiques sont publiés (1), acceptés pour publication (1), soumis (1), prêt à être soumis (2) ou en préparation (2). Mr Caudron est désormais employé par l'EOS<sup>5</sup> à Singapour (contrat de 2 ans) et Mr Syahbana par GFZ<sup>6</sup> à Postdam (contrat de 6 mois). Deux doctorants étrangers utilisent actuellement des données sismiques du Kawah Ijen pour leurs recherches: Nadège Langet (EOST<sup>7</sup>) et Zack Spica (UNAM<sup>8</sup>). Des sujets de mémoire de Master ont été proposés : 2 sont terminés (ULB), 1 est en cours (VUB) et 1 est prévu pour 2014-2015 (ULB). Enfin, en marge des travaux réalisés, différentes collaborations internationales sont apparues:

- EOST : Dr. Alessia Maggi et son étudiante Nadège Langet.
- ISTERre<sup>9</sup> : Dr. Florent Brenguier
- IPGP<sup>10</sup> – OVPF<sup>11</sup> : Dr. Nikolai Shapiro

<sup>4</sup> AOGS : Asia Oceania Geosciences Society

<sup>5</sup> EOS : Earth Observatory of Singapore

<sup>6</sup> GFZ : Helmholtz-Zentrum - Deutsches GeoForschungsZentrum, Postdam, Allemagne.

<sup>7</sup> EOST : Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre, Strasbourg, France.

<sup>8</sup> UNAM : Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Mexique.

<sup>9</sup> ISTERre : Institut des Sciences de la Terre, Université de Grenoble, France.

<sup>10</sup> IPGP : Institut de Physique du Globe de Paris, France.





- USGS - VDAP : Dr. Wendy McCausland et Dr. John Pallister
- GFZ : Dr. Philippe Jousset

## Perspectives de coopération futures

Lors de nos visites à Bandung, le CVGHM a marqué son intérêt pour la continuation des travaux réalisés par l'ORB en Indonésie. Cet intérêt résulte dans la rédaction d'un Memorandum of Understanding, co-écrit et signé par le Directeur Général de l'ORB en 2012 et qui n'a pas encore été signé par "l'autorité responsable" en Indonésie. Bien que le MoU ne soit pas une condition *sine qua non* pour pouvoir travailler en Indonésie, il permettrait une entrée plus aisée en Indonésie pour les personnes (visas) et le matériel. De même, l'obtention de lettres d'invitation et d'autorisation de travail sur le terrain serait plus aisée. Enfin, un MoU est nécessaire pour permettre aux scientifiques du CVGHM de quitter leur poste pour des durées plus ou moins longues et venir en Belgique pour se former.

Outre l'axe "volcano-séismologie", les axes de recherches communs identifiés avec le CVGHM concernent 1) les études relatives à l'estimation de l'aléa sismiques sur base de la connaissance des structures géologiques actives et de l'activité sismique naturelle et 2) l'évaluation des effets de site (amplification/diminution locale des mouvements du sols liés aux structures géologiques) et la prédiction des mouvements forts du sol lors de séismes importants.

Enfin, des discussions sont en cours sur l'installation d'antennes GPS de l'ORB sur le Kawah Ijen pour étudier la relation entre sa déformation et l'activité sismique afin d'améliorer son monitoring et la prédiction de l'activité volcanique.

Uccle, le 12 mars 2014

Dr Thomas Lecocq

Dr Thierry Camelbeeck

---

<sup>11</sup> OVPF : Observatoire du Piton de la Fournaise, La Réunion, France.