

Titre du projet : Risque sismo-gravitaire à Maca, Pérou

Volet : Recherche

Porteur du projet : Pascal Lacroix

Laboratoires impliqués : ISTERRE

Bilan du projet pour l'année 2017

Bilan d'activité (1 page max)

Dans le monde, on dénombre près de 10 000 victimes des mouvements de terrain par an, dont 60% lors d'événements déclenchés par des séismes [Petley, 2011]. Lors d'un séisme, près du tiers des victimes est liée aux mouvements de terrain déclenchés par la secousse. L'étude des mécanismes de déformation est un point clé pour permettre de modéliser l'évolution d'un mouvement de terrain vers la rupture et son comportement en cas de séisme. Cependant ces mécanismes (endommagement de la masse instable, glissement sur une surface de rupture, liquéfaction) sous ces forçages sont mal connus, liés notamment au peu de données *In Situ* sur des sites actifs lors de séismes. L'objectif principal de ce projet est donc d'étudier les mécanismes de déformation de mouvements de terrain lors de séismes, en s'appuyant sur le suivi de la déformation du mouvement de terrain de Maca, un site de grand intérêt au Pérou.

Le financement acquis a permis de finaliser l'instrumentation du glissement de terrain de Maca en 2016 : 3 stations sismologiques et 3 stations GPS mesurent depuis en continu les variations des paramètres physiques sur Maca. Le réseau a permis d'enregistrer une crise sismique importante autour du site (2 séismes de Mw5.3 à moins de 10 km en 2016 en saison sèche et saison humide, plusieurs victimes). Ces données nous permettent de montrer le rôle combiné pluies/séismes dans l'accélération du glissement de terrain et de mettre en avant l'endommagement du milieu provoqué par la secousse sismique comme un facteur aggravant du déclenchement des glissements de terrain [Bontemps et al., 2017]. Ces données sont actuellement en cours de valorisation dans le cadre de la thèse de N. Bontemps (bourse cofinancées CNES/LABEX, débutée en octobre 2016).

Ce premier glissement de terrain instrumenté au Pérou a permis d'initier un observatoire sur les glissements de terrain au Pérou (du type OMIV), complété depuis avril 2017 par 2 autres sites (Madrigal et Siguas). Un site internet est en construction (<http://deslizamientos.pe>). Nos activités de monitoring ont également fait l'objet d'un article de vulgarisation dans le journal Nature [Palmer, 2017].

Le développement d'une méthode de traitement en série temporelle des images satellites optiques a ensuite été développée et nous a permis de réaliser une série temporelle de déplacement à partir de 14 images d'archives SPOT1-5/Pléiades remontant jusqu'en 1986 [Bontemps et al., in review.]. Cette série met en avant le comportement de 3 méga-glissements de terrain pendant les séismes de 1991 et 2001, et notamment l'effet combiné de la pluie/séisme sur Maca lors du séisme de 1991. Cette

méthode ouvre par ailleurs de larges perspectives pour le traitement des séries temporelles Sentinel-2 (Lacroix et al., in rev.) et Landsat-8 (Lacroix et al., in prep.).



Illustrations - avec légende et crédit (à envoyer également séparément)

Abri hébergeant les instruments (GPS, sismomètres) de suivi du glissement de terrain de Maca (village au second plan). Crédit Pascal Lacroix

Production scientifique (articles scientifiques, actes de congrès...)

Papers in journals with scientific committees

- Lacroix P., G. Bièvre; E. Pathier; U. Kniess; D. Jongmans, *Use of Sentinel-2 images for the detection of precursory motions before landslide ruptures*, Remote Sensing of Environment, Submitted
- Bontemps, N. P. Lacroix, M.-P. Doin, *Inversion of deformation fields time-series from optical images, and application to the long term kinematics of slow-moving landslides in Peru*, Remote Sensing of Environment, Submitted
- Lacroix P., G. Araujo, J. Hollingsworth, E. Taïpe, *Self entrainment motion of slow-moving landslides inferred from Landsat-8 time-series*, Journal of Geophysical Research, In preparation

Abstract in conferences

- Bontemps N., P. Lacroix, and M.-P. Doin, *Inversion of deformation fields time-series from optical images, application to the long term kinematics of slow-moving landslides*, EGU, Vienna, Poster session, April 2017.
- Bontemps N., P. Lacroix, and M.-P. Doin, *Inversion of deformation fields time-series from optical images, application to the long term kinematics of slow-moving landslides*, MDIS Workshop, Clermont-Ferrand, October 2017.
- Bontemps N., P. Lacroix, and M.-P. Doin, *Inversion de séries temporelles de champs de déformations à partir d'images satellites optiques, et application à la cinématique long terme de glissements de terrain lents au Pérou*, JAG 2017, Besançon, Oct 2017
- Lacroix P., G. Bièvre, D. Jongmans et E. Pathier, *Détection des précurseurs de déplacement à la réactivation du glissement de terrain de l'Harmalière, Trièves, France, par imagerie satellite Sentinel-2*, JAG 2017, Besançon, Oct 2017
- Bontemps, N., E. Larose, P. Lacroix, J. Jara, E. Taïpe, *seismic and geodetic landslide monitoring in an active tectonic context*, Enviroseis, Ohlstadt, Germany, juin 2017

Outreach

- <http://deslizamientos.pe/>
- Palmer J., *Creeping earth could hold secret to deadly landslides*, Nature, 548-7668

Bilan financier succinct (avec suivant les cas : co-financements éventuels, équipements achetés, missions, recrutements divers, fonctionnements divers...)

Obtenus : 10 k€

Dépenses : GPS : 6k€

Petit matériel (modem), expédition : 1.5k€

Mission Pérou 2017 : 2 k€

Images satellites Pléiades : 0.5k€

Annexes si besoin ou lien sur des sites existants et pérennes jusqu'à la fin du Labex (2020)

<http://deslizamientos.pe>