

FLAME

Forecasting Landslides Acceleration induced by Meteorological Events

La prévision de l'évolution des glissements de terrain actifs constitue un défi pour les scientifiques et les gestionnaires de risques. Les changements de vitesse sont principalement contrôlés par des déclencheurs hydro-météorologiques (tels que par exemple, la pluie, la fonte de neige, et ainsi l'augmentation de la pression interstitielle), et par des déclencheurs géodynamiques (tels que les séismes, les changements dans la géométrie des glissements de terrain, les changements rhéologiques des matériaux).

La plupart des systèmes de surveillance des glissements de terrain sont basés sur des mesures de précipitations, de la pression interstitielle ou des déplacements (van Asch et al., 2007). Certaines approches très utilisées sont basées sur l'analyse des déplacements observés (et ses dérivées). D'autres approches considèrent l'utilisation de seuils de précipitations pour analyser la relation entre les précipitations et le déclenchement du mouvement. Le seuil peut correspondre à une valeur critique (en général, la durée et l'intensité) sur laquelle la probabilité de glissement de terrain est la plus élevée. D'autres modèles de seuil sont établis sur des analyses temporelles de la pluviométrie, comme le modèle de Flair (Sirangelo et Versace, 1992). Cependant, les méthodes mentionnées ci-dessus ne sont pas complètement quantitatives, car elles s'appuient sur une classification binaire (par exemple de l'occurrence ou non d'un glissement de terrain).

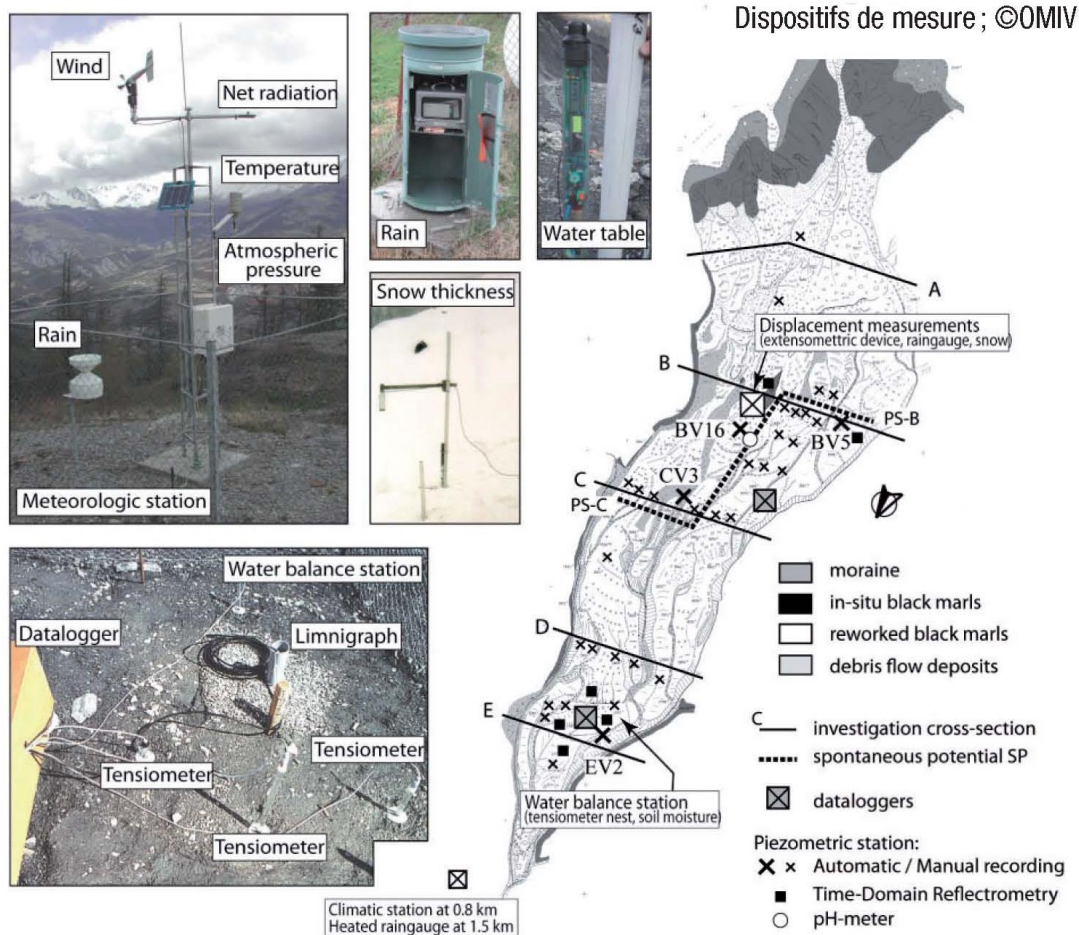
L'analyse de la composante temporelle d'un glissement de terrain constitue donc une amélioration majeure dans le développement de méthodes de prévision, car les glissements de terrain dormants ou suspendus peuvent être réactivés dans les périodes de fortes pluies ; de plus des glissements de terrain actifs peuvent montrer des phases d'accélération et de décélération (Flageollet, 1996; Corominas et al., 2005).

Un modèle innovant **FLAME**, *Forecasting Landslides Acceleration induced by Meteorological Events* sur la **prédiction des glissements de terrain** a été développé par le BRGM dans le cadre du projet ANR SISCA (Système Intégré de Surveillance de Crises de glissements de terrain argileux), dans l'objectif de prédire l'évolution du déplacement d'un glissement, et selon les types de glissements, l'occurrence des phénomènes de fluidification, **en analysant de façon temporelle et intégrée la relation entre les déplacements et les précipitations**, en se basant sur trois modèles complémentaires :

- une approche de type « boîte noire » issue du modèle TEMPO développé au brgm qui relie les précipitations (solide et liquide) et le déplacement observé, à l'aide de fonctions de transfert.
- un modèle viscoplastique 1D simplifié, qui prend notamment en compte l'évolution de la pression interstitielle induite par les précipitations,
- et un troisième modèle qui combine les deux approches.

Ce modèle appliqué sur le glissement de **Super-Sauze** (Alpes-de-Haute-Provence, France) a montré de très bons résultats (Bernardie et al., 2015a), en reproduisant les déplacements observés avec une très bonne précision lors du régime normal, et en permettant de **prédire l'occurrence d'une coulée plusieurs jours avant l'événement**. Ce logiciel a par la suite été appliqué sur d'autres glissements, parmi lesquels les plus grands glissements actifs en France, tels que **Grand Ilet**, Ile de la Réunion, **La Clapière** (Bernardie et al., 2015b), et **Séchillienne** (Levy et al., 2015).

Un système d'alerte pour leur prévision



Bibliographie

- Bernardie S., Desramaut N., Malet J.-P., Gourlay M., Grandjean G. 2015a. *Prediction of changes in landslide rates induced by rainfall*. Landslides, Volume: 12, Issue: 3, Pages: 481-494.
- Bernardie S., Desramaut N., Malet J.-P., Azib M., Grandjean G. 2015b. *Prediction of the Rainfall-Induced Landslides: Applications of FLAME in the French Alps*. Engineering Geology for Society and Territory - Volume 2, 2015, pp 647-651.
- Bernardie S., Chanut M.-A., Abellan-Fernandez A., Vallet A., Levy C., Desramaut N, Dubois L., Jaboyedoff M., 2015. *An integrated analysis of surface velocities induced by rainfall in the Séchillienne landslide (Western Alps, France)*, Journées Aléa Gravitaire 3-4 septembre 2015, Caen, France
- Corominas, J., Moya, J., Ledesma, A., Lloret, A. and Gili, J.A. 2005. Prediction of ground displacements and velocities from groundwater level changes at the Vallcebre landslide (Eastern Pyrenees, Spain). *Landslides*, 2: 83-96.
- Flageollet, J.-C. 1996. The time dimension in the study of mass movements. *Geomorphology* 15: 185-190.
- Herrera, G., Fernandez-Merodo J.A., Mulas J., Pastor M. Luzi G. and Monserrat O. 2009. A landslide forecasting model using ground based SAR data : The Portalet case study, *Engineering Geology*, 105: 220-230.
- Sirangelo, B. & Versace, P. 1992. Modelli stocastici di precipitazione e soglie pluviometriche di innesco dei movimenti franosi. *Proc. XXIII Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche*, 31 August – 4 September, Florence, Italy: D361-D373.
- van Asch, T.W.J., Malet, J.-P., van Beek, L.P.H. and Amitrano, D. 2007. Techniques, advances, problems and issues in the modelling of landslide hazard. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 178(2): 6-35.