

Développements méthodologiques en géophysique haute résolution pour la caractérisation hydro-mécanique de glissements de terrain argileux

Ce projet de recherche répond à l'objectif d'améliorer notre connaissance des processus élémentaires contrôlant le comportement hydrologique post-rupture des glissements de terrain argileux, afin de pouvoir comprendre, reproduire et éventuellement prévoir leur comportement par des modèles hydromécaniques adaptés. Ce travail consiste à améliorer et développer des méthodes de traitement et d'interprétation de paramètres géophysiques en milieu argileux et hétérogène. Les objectifs principaux de ce travail sont :

- d'améliorer des méthodes géophysiques et géodésiques de mesure de la déformation et de la géométrie interne des glissements ;
- de caractériser les relations possibles entre géométrie et structure interne du glissement, présence de discontinuités, hydrologie du versant et déformation ;
- de développer et améliorer des méthodes de détection et d'imagerie des circulations préférentielles de fluide dans un milieu fissuré et déformable ;
- de caractériser temporellement et spatialement les réponses hydrologiques du versant.

Un algorithme d'inversion haute-résolution des temps de premières arrivées est développé. Il utilise les volumes de Fresnel pour rétropropager les résidus ainsi que l'hypothèse d'un signal source de bande-passante finie et permet de retrouver une image haute-résolution de la structure du glissement. L'atténuation sismique des ondes-P est également inversée pour retrouver la distribution des zones fissurées en surface. Des méthodes photogrammétriques sont utilisées pour caractériser et quantifier les déformations de surface. Une méthode alternative à la corrélation d'image est développée, fondée sur la détection et le suivi de cibles. Le lien entre les variations de régime de déformation le long du profil, et l'existence de fissures en surface est finalement discuté. Les informations précédentes sont ensuite intégrées dans un modèle géométrique par une méthode de fusion de données. Par la modélisation numérique, nous vérifions si l'état de contrainte calculé peut être en rapport avec la distribution de la fissuration en surface. Une méthode de correction de l'effet géométrique des fissures sur les résistivités apparentes est développée. Différents types d'artefacts d'inversion liés à la présence de fissure sont identifiés et la capacité de la méthode proposée à réduire ces artefacts est testée. Une méthodologie de sélection et de traitement des données ERT time-lapse acquises sur une période d'un an est développée. La réponse électrique courte (de quelques heures à quelques jours) aux événements pluvieux naturels est ensuite analysée pour proposer des modèles conceptuels de réponse hydrologique à ces événements pluvieux.

Methodological developments in high-resolution geophysics for the hydro-mechanical characterization of clayey landslides

The objective of this research project is the improvement of our knowledge of the elementary processes controlling the post-rupture hydrological behavior of clayey landslides. It should allow understanding, reproducing and possibly forecasting their behaviors by the use of adapted hydro-mechanical models. This work consists in the improvement and the development of geophysical parameters processing and interpretation methodologies in clayey and heterogeneous medium. The main objectives of this work are :

- the improvement of geophysical and geodesic methods to measure the internal geometry and structure of the landslide ;
- the characterization of possible relationships between landslide internal geometry and structure, presence of discontinuities, slope hydrology and deformations ;
- the development and improvement of methodology for the detection and imaging of preferential flows in a fissured and deformable medium ;
- the spatial and temporal characterization of the hydrological response of the slope.

A high resolution inversion algorithm of the first seismic arrivals is developed. It uses the Fresnel volumes for the retropropagation of the residuals and the assumptions of a finite-bandwidth source signal. It permits to recover a high resolution image of the internal structure of the landslide. The seismic P-wave attenuation is also inverted to characterize surface fissured zones. Photogrammetric methods are used to characterize and quantify the surface deformations. A method alternative to image correlation is developed, based on the target detection and tracking. The link between changes in deformation regime along the profile and the existence of surface fissures is finally discussed. The previous data are integrated inside a geometric model through data fusion. Using numerical modeling, we verify if the state of stress computed is related to the surface fissure density distribution. A methodology of correction of the geometrical effect of fissures on apparent resistivity is developed. Different types of inversion artefacts, linked to the presence of surface fissures, are identified. The ability of the proposed method to limit this artifact is tested. A methodology of selection and processing of the time-lapse ERT data is developed. The short electrical response (from several hours to several days) to natural rainfall events is analyzed and conceptual hydrological responses to these rainfall events are proposed.

Mots clé : hydro-géophysique, glissement de terrain, tomographie sismique, photogrammétrie, tomographie de résistivité, série temporelle, modélisation mécanique, hydrologie de versant.