



Invitation à la

Séance Technique du 15 mars 2018

Instabilités des pentes et des talus rocheux

CEREMA Centre EST - 25, avenue François Mitterrand - 69600 BRON

(Entrée libre et gratuite, inscription obligatoire : siegfried.maiolino@cerema.fr)

- 13 : 30** **Accueil des participants**
- 13 : 45** **Introduction à la thématique**
Jen Louis Durville, CFGI
- 14 : 00** **Rock mass characterization by means of no-contact methods**
Rita Migliazza, Politecnico di Torino
- 14 : 30** **Approches multi-échelles des instabilités dans les géomatériaux**
François Nicot, IRSTEA - Université Grenoble-Alpes
- 15 : 00** **Discussion**
- 15 : 20** **Pause**
- 15 : 40** **Effets de site morphologiques dans les pentes soumises à des séismes et conséquences sur leur stabilité**
Jean Alain Fleurisson, MINES ParisTech, Centre de Géosciences
- 16 : 10** **Dimensionnement du renforcement des talus rocheux par boulonnage - Apport des essais à l'échelle 1**
Siegfried Maiolino, CEREMA Centre Est – Département Laboratoire de Lyon
- 16 : 40** **Discussion**
- 17 : 00** **Fin de la séance**



Résumés

Rock mass characterization by means of no-contact methods

Rita Migliazza, Politecnico di Torino

The rock mass characterization, needed for slope stability problems as well as for underground excavation works, cannot prescind by the study of geometrical and mechanical features of discontinuities whose evaluation must be statistically representative of their natural aleatory variability.

In the last decades no-contact rock mass surveys, based on both photogrammetric and laser-scan methods, have been developed to carry out detailed geostructural surveys also in difficult conditions such as for unstable, not attainable or extremely extensive slopes. These methods are more and more frequently applied with both terrestrial and aerial equipment and they allow collecting a big amount of data useful for the following study and design phases.

The presentation will concern, also through some case history descriptions, the no-contact methodologies useful for the geometrical and mechanical characterization of the discontinuities needed for the study of the slope stability conditions and for the choice and design of the appropriate protection works.

Approches multi-échelles des instabilités dans les géomatériaux

François Nicot, IRSTEA - Université Grenoble-Alpes

Les massifs rocheux constituent un exemple très démonstratif de géomatériaux, présentant une distribution de discontinuités et d'éléments matriciels à différentes échelles, auxquelles des mécanismes d'instabilité peuvent être observés. Une description correcte et une prédiction ad-hoc de tels mécanismes ont une importance majeure dans un contexte de prévention opérationnelle des éboulements rocheux affectant les fronts de falaise.

L'usage couplé d'un critère d'instabilité matérielle, issu des travaux de Hill, et d'approches micromécaniques, permettent aujourd'hui d'aborder les instabilités rocheuses sous un regard différent. D'une part il est possible de détecter des modes de rupture qui peuvent intervenir avant que la limite de plasticité ne soit atteinte, et d'autre part la nature granulaire du matériau de remplissage des discontinuités rocheuses conduit à intégrer la prise en compte de mécanismes micro-structuraux dans l'occurrence de telles instabilités.

Cette présentation abordera ces deux volets, en naviguant entre les concepts fondamentaux à l'origine de cette approche, et les applications auxquelles on peut parvenir au travers des simulations numériques discrètes ou continues.



Effets de site morphologiques dans les pentes soumises à des séismes et conséquences sur leur stabilité

Jean-Alain Fleurisson, MINES ParisTech – PSL Research University, Centre de Géosciences

Des exemples récents de séismes tels que ceux de Chichi à Taiwan (1999, $M_s=7,3$), du Salvador (2001, $M_s=7,6$), de Wenchuan au Sichuan (2008, $M_s=7,9$), de L'Aquila en Italie (2009, $M_s=5,4$), d'Haïti (2010, $M_s=7,0$) ont montré que les séismes sont à l'origine de nombreux glissements de terrain et d'éboulements rocheux, et que les conséquences de ces instabilités en zones de relief sont souvent plus dévastatrices que les effets directs des séismes: destructions d'habitations, ruptures d'ouvrages, coupures de voies de communication provoquant un ralentissement de l'acheminement de l'aide aux victimes, comblement des vallées par les produits d'éboulement entraînant la formation de barrages naturels dont on sait qu'ils peuvent céder rapidement au bout de quelques jours et noyer ainsi la vallée en aval. Les observations macrosismiques réalisées lors de séismes ont montré que l'une des causes de ces instabilités réside dans des phénomènes d'amplification du mouvement sismique au sommet des reliefs. Ce phénomène, appelé effet de site topographique ou morphologique, est à l'origine de la modification des caractéristiques spatiales, spectrales et temporelles du signal vibratoire.

L'objectif de cette présentation est d'illustrer ce phénomène par des résultats de travaux de recherche menés ces dernières années au Centre de Géosciences de MINES ParisTech et dans d'autres laboratoires, et qui concernent à la fois la propagation des ondes à l'intérieur du versant et les conséquences sur le plan mécanique. Basés majoritairement sur des simulations numériques, les résultats de ces travaux mettent clairement en évidence que les pentes conduisent à des amplifications du signal incident, en particulier au voisinage de leur sommet. L'intensité de ces amplifications et l'étendue des zones amplifiées dépendent de la hauteur et de l'angle de la pente, des paramètres sismiques des matériaux, mais aussi du contenu fréquentiel du signal incident. Ces travaux montrent également qu'à ces effets de site morphologiques s'ajoutent également des effets de site géologiques de subsurface liés à la présence de zones fortement altérées ou fracturées, qui peuvent conduire à des niveaux d'amplification encore plus importants. Enfin, des comparaisons entre simulations numériques et observations de terrain seront présentées.

Dimensionnement du renforcement des talus rocheux par boulonnage - Apport des essais à l'échelle 1

Siegfried Maiolino, Cerema Centre Est – Département Laboratoire de Lyon

Le boulonnage par barres d'ancrages scellées constitue une technique courante de renforcement des tunnels et ouvrages souterrains, ainsi que des instabilités rocheuses de surface. Plusieurs formulations analytiques ont pu être proposées. Cependant, ces formules, parfois simples et empiriques, parfois très complexes, souffrent d'un manque de confrontation avec l'expérience, pour satisfaire aux exigences qui se font de plus en plus

Page 3 sur 4



prégnantes sur les ouvrages boulonnés. En effet, il est impossible *a priori* de garantir que les boulonnages ainsi dimensionnés satisfont à l'exigence de travailler seulement dans le domaine élastique.

La machine de cisaillement à échelle 1 du Laboratoire de Lyon permet de faire travailler une barre en cisaillement dans des conditions identiques à celles des barres renforçant les massifs rocheux. En effet, cette boîte de grandes dimensions (surface de cisaillement 1,5 m x 1,0 m) et de grande capacité (effort de cisaillement de 5MN) permet de tester le système discontinuité-barre-coulis en vraie grandeur (échelle 1). Ces essais permettent ainsi de reproduire fidèlement le travail d'une barre d'ancrage sollicitée par un mouvement de glissement le long d'une discontinuité. Ils ont permis d'étudier l'influence du diamètre de la barre, de son inclinaison par rapport à la discontinuité, de la résistance du coulis.

Ces essais sont analysés et comparés avec les résultats obtenus par plusieurs formules de dimensionnement couramment utilisées afin de déterminer sous quelles conditions ces dernières peuvent garantir que les boulons travaillent dans le domaine élastique.