



Ensemble au-delà les frontières
Insieme oltre i confini









FEDER
Fonds Européens pour le Développement Régional
FESR
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

1

**Réunion Action 3 projet MASSA
Objectif 2, Mesure 2.2 du programme ALCOTRA 2007-2013**

**Jeudi 25 MARS 2010 – 10 h -16 h30
E P F L LAUSANNE**

Partenaires Présents

GéoAzur : Thomas Lebourg 	CREALP : Jean-Daniel Rouiller  jean-Bruno Pasquier
3S-R: Vincent Richefeu  Dominique Daudon Pascal Villard	
LGIT Denis Jongmans  Laurent Baillet	Politecnico di Torino Claudio Scavia  Marina Pirulli
Provincia di Torino Furio Dutto  Connie Contrafatto	Regione Liguria Anna Roccati 
EPFL Vincent Labiouse  Gabriele Pisani	Consultant Région VDA Olivier Lunghini 
<u>Invités Présents</u>	
ARGAL Martine Aueuvre 	Service Géologique R.A.V.A. Marco Paganone 
Canton V.S Philippe Gsponer  Charles-Louis Joris	Bureau Tissières SA Olivier Besson 

(La feuille de présence signée est jointe en annexe.)

Ordre du jour

10.00	Ouverture de la réunion Rappel du contexte général (Interregs précédents) Objectifs et programme de l'action 3	V. Labiouse
10.30	Modélisations physiques menées à l'EPFL	V. Labiouse / C. Sautier
11.30	Visite du dispositif d'essai et lâcher de matériaux granulaire	C. Sautier
12.00	Pause midi	
13.30	Lâcher d'une masse structurée constituée de blocs empilés	C. Sautier
13.45	Modélisation numérique par fluide équivalent	M. Pirulli / C. Scavia
14.30	Modélisation numérique par éléments discrets	P. Villard
15.15	Pause café	

**Projet financé par l'objectif 2 – Mesure 2.2 du Programme Interreg IVC ALCOTRA
« Alpes Latines Coopération Transfrontalière » 2007-2013**



Ensemble au-delà les frontières
Insieme oltre i confini



- | | | |
|-------|--|-------------|
| 15.30 | Discussion et définition du programme de modélisations physiques et numériques à mener dans l'action 3 | Tous |
| 16.0 | Application des modèles numériques sur certains des sites de l'action 2 | D. Jongmans |
| 16.30 | Fin de la réunion | |

Rédacteur : Martine Auvévre (ARGAL) Validation : Thomas Lebourg (Géoazur) / Vincent Labiouse (EPFL)
--

V. Labiouse rappelle :

- la relation entre le projet MASSA et les projets Interreg IIC « Falaises » et Interreg IIIA « Rockslidetec » précédents.
- L'intérêt des essais comparatifs réalisés en laboratoire, le contrôle en terme de matériaux, de topographie.
- Les programmes de calcul sont-ils à même de reproduire les phénomènes observés et les grandeurs mesurées ?
- La problématique physique est le cœur de l'action 3.

Modélisations physiques menées à l'EPFL et Visite du dispositif d'essai et lâcher de matériaux granulaires

V. Labiouse présente les campagnes expérimentales réalisées en laboratoire dans le cadre de la thèse d'Irene Manzella portant sur la propagation d'avalanches rocheuses sèches non confinées. De nombreux essais ont été réalisés à l'aide de matériaux granulaires (gravier de type aquarium, de briques). Dans des conditions de laboratoire bien contrôlées et à l'aide de nouvelles techniques de mesure, les objectifs de ces expériences étaient de :

- comprendre les mécanismes de propagation,
- cerner l'influence de certains paramètres (e.g. matériaux, volume, inclinaison...),
- confirmer ou infirmer des théories,
- étudier de nouveaux paramètres.

Le dispositif d'essai est constitué de 2 panneaux de 3 x 4m, avec un angle d'inclinaison variable et d'une boîte de 40 x 20 x 65 cm. Après mise en place du matériau dans la boîte, l'expérience consiste à le lâcher pour en étudier la propagation ; une caméra digitale à acquisition rapide enregistre l'essai.

Les paramètres pouvant être modifiés sont :

- les matériaux,
- le volume,
- la hauteur de lâcher,
- le nombre de lâchers,
- la rugosité des panneaux,
- l'inclinaison du panneau amont.



Que mesure-t-on ?

- la distance de propagation (runout)
- la largeur, la longueur ainsi que la hauteur maximale du dépôt
- la morphologie du dépôt (par une méthode dite de projection de franges)
- la vitesse du front (par analyse des films pris par la caméra à acquisition rapide)

Des « tilting » tests permettent de déterminer les caractéristiques mécaniques (angle de frottement) des matériaux utilisés dans des conditions statique et dynamique.

Afin d'illustrer clairement l'influence de divers paramètres d'essais, une configuration a été retenue comme test de référence (Benchmark) :

- matériau : gravier
- volume de matériau : 40 litres
- hauteur : 1 mètre
- inclinaison : 45°
- 1 lâcher

Partant de ce test de référence, les résultats relatifs à plusieurs autres configurations ont été présentés de façon systématique, en variant à chaque fois un et un seul paramètre :

- volume de matériau : 40 litres → 20 litres
- hauteur de lâcher : 1 mètre → 1.5 mètres
- rugosité des panneaux (angle de frottement de 28° → 32°)
- angle du panneau incliné : 45° → 37.5°
- 40 litres de matériau lâchés en 2 fois 20 litres

Les conclusions relatives à certains mécanismes intervenant lors de la propagation ainsi qu'à l'influence des divers paramètres considérés sont reprises dans la présentation PowerPoint faite lors de la réunion. Elles sont détaillées dans deux articles scientifiques :

- Manzella, I., Labiouse, V. (2008): Qualitative analysis of rock avalanches propagation by means of physical modelling of not constrained gravel flows. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 41 (1), 133-151.
- Manzella, I., Labiouse, V. (2009): Flow experiments with gravel and blocks at small scale to investigate parameters and mechanisms involved in rock avalanches. *Engineering Geology*, 109, 146-158.

Quelques essais complémentaires ont été menés avec des petites briques, disposées en vrac dans la boîte ou soigneusement empilées, et d'autres avec une transition courbe entre les 2 plans (modification de la « topographie »).

On observe que le caractère structuré ou non de la masse au départ influence sa propagation:

- lâcher de gravier : étalement,
- lâcher de briques en vrac : étalement et propagation sensiblement analogues au gravier,
- lâcher de briques bien empilées : la masse garde sa structure et éclate lorsqu'elle arrive sur la discontinuité angulaire entre les 2 plans. Sa propagation est plus grande.

Les essais avec une transition courbe soulignent que pour le gravier et les briques en vrac, mais encore plus pour les briques structurées au départ, la topographie a un rôle énorme sur



Ensemble au-delà les frontières
Insieme oltre i confini



FEDER
Fonds Européens pour le Développement Régional
FESR
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

la propagation. Ce facteur relevé par Heim en 1932 n'a pas fait l'objet, à notre connaissance, d'études quantitatives.

D.Jongmans pose la question du choix du matériau structuré, ou en vrac, pour correspondre au mieux aux conditions sur le terrain. Il faudra débattre de cette question. V. Labiouse dit qu'il est envisageable dans le cadre du projet MASSA d'étudier divers mécanismes de rupture et leur influence sur la propagation. Cependant, des choix devront être faits. A son sens, les priorités des campagnes expérimentales menées dans le cadre de MASSA sont :

- Améliorer la compréhension des mécanismes en jeu lors de la propagation, ceci comprenant notamment l'étude et la répartition des principales sources de dissipation d'énergie, à savoir par frottement à la base d'une part, par frottement et par chocs au sein de la masse en mouvement d'autre part.
- Identifier les paramètres influents, puis quantifier leur influence sur la propagation et sur les caractéristiques du dépôt final. Outre les facteurs usuellement étudiés (hauteur de lâcher, volume de matériau, l'inclinaison du plan et matériau constitutif), les deux facteurs susmentionnés que sont le caractère structuré ou non de la masse au départ et la morphologie du versant (transition brusque ou progressive entre les plans incliné et horizontal) feront l'objet d'une analyse particulière.
- Fournir l'ensemble des données expérimentales de certains des essais aux autres partenaires de l'action 3 afin qu'ils puissent valider et caler les codes de calcul. Ces données seront relatives non seulement à la distance de propagation (runout) et à la morphologie du dépôt final, mais aussi à la propagation de la masse en fonction du temps (géométrie, vitesse).

Présentation de Marina Pirulli (Politecnico di Torino) : Modélisation numérique par fluide équivalent

Modélisation numérique de la propagation de masses rocheuses à l'aide des codes de calcul RASH3D et DAN3D. Les caractéristiques de ces programmes de calcul et des modèles de dissipation d'énergie utilisés (frictionnel et Voellmy) sont présentées. Un premier avis est donné quant à leur performance pour la simulation de la propagation des masses rocheuses.

Présentation de Pascal Villard (Laboratoire 3SR, Université Joseph Fourier) Modélisation numérique par éléments discrets

Etude préliminaire au projet MASSA (thèse de Julien Banton) :

- Étude de la propagation des avalanches rocheuses par la méthode des éléments discrets (MED) en 2D (PFC 2D),
- Validation du modèle par comparaison avec 3 expériences analogiques d'écoulement de matériaux granulaires sur plan incliné,
- Mise en évidence des paramètres ayant un rôle majeur sur la propagation des écoulements granulaires

Participation du laboratoire 3S-R au projet MASSA (Action 3) :

Etude de la propagation des éboulements de taille intermédiaire par la méthode des éléments discrets en 3D (Yade):

- Enrichissement du code de calcul 3D
- Validation du code de calcul par des modèles physiques (expérimentation EPFL)

**Projet financé par l'objectif 2 – Mesure 2.2 du Programme Interreg IVC ALCOTRA
« Alpes Latines Coopération Transfrontalière » 2007-2013**



Ensemble au-delà les frontières
Insieme oltre i confini



FEDER
Fonds Européens pour le Développement Régional
FESR
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

- Étude de la cinématique des écoulements granulaires
- Application à des cas réels à partir d'un MNT

Outil numérique : Yade
Modèle éléments discrets 3D (dynamique moléculaire)

Discussions

T. Lebourg

Propose de comparer les méthodes et de les appliquer à des cas réels ; à quel moment ; avec quels paramètres d'entrée ?

D. Jongmans

Propose de valider les méthodes numériques sur les études analogiques. Il est convenu que V. Labiouse transmette aux partenaires de l'action 3 les publications du LMR-EPFL relatives aux études menées jusqu'à présent sur la propagation des avalanches rocheuses. Les résultats des 7 essais décrits dans la revue Engineering Geology (Manzella & Labiouse, 2009) constituent une première bonne base de validation et de calage pour les codes de calcul.

V. Labiouse

Suggère que le Laboratoire de Mécanique des Roches de l'EPFL intervienne également au niveau numérique. Il semble important qu'un autre partenaire utilise un autre programme de calcul aux éléments discrets ; de la sorte, on compare des méthodes et des codes de calcul. Il rappelle sa proposition d'utiliser le code de calcul commercial 3DEC (ITASCA) et de modéliser la propagation par éléments discrets.

D'un point de vue expérimental, quels sont les éléments prioritaires à étudier dans les différentes options physiques/numériques ?

D. Jongmans

Il faudrait démarrer sur la comparaison, se limiter à ce que le modèle numérique permettrait. L'important est l'étalement, la vitesse de propagation.

F. Dutto

L'objectif du projet concerne l'amélioration de la capacité de prévision de l'évènement. Une stratégie réaliste à partir d'une carte historique permettrait d'obtenir des résultats pratiques ; plus il y aura de cas, plus la capacité à reproduire sera importante.

D. Jongmans

La plupart des sites proposés dans l'action 2 ont déjà fait l'objet d'éboulements, on pourrait effectivement comparer.

C. Scavia

On pourrait approcher l'amélioration de la prévision par la comparaison de 2 méthodes, de façon globale ; il faudrait avoir des données sur le point optimal ; que pourrait-on apporter tout en sachant que les choses ne sont pas déterministes ?

V. Labiouse

Il faut rester pragmatique : même si la méthode des éléments discrets est plus proche de la physique, elle est plus difficile à utiliser dans la réalité du terrain.



Ensemble au-delà les frontières
Insieme oltre i confini



FEDER
Fonds Européens pour le Développement Régional
FESR
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Une meilleure prédiction de la propagation de masses rocheuses ne sera possible que dans la mesure où l'on comprend les mécanismes en jeu lors de la propagation, les dissipations d'énergie associées ainsi que le transfert de quantité de mouvement entre les différentes parties de la masse en mouvement. Dans cet esprit, il faut étudier l'influence du caractère structuré ou non de la masse rocheuse au départ et du mécanisme de rupture (basculement, glissement) ainsi que l'influence de la morphologie (régularité) du versant.

C. Scavia

Qu'apportera la comparaison après 3 ans ? Il insiste sur le fait que l'intérêt du projet est que chaque partenaire applique sa méthode sur un sujet identique et que les résultats soient comparés ; il ne s'agit pas d'un travail individuel.

D. Jongmans

Identifier les besoins pour chaque modélisation :

- Modélisation analogique, sur plus gros gravier ou sur briques
- Géométrie : Modéliser les effets de basculement et de glissement

Présentation de Denis Jongmans (LGIT, Université Joseph Fourier)

Liaison avec l'action 2 Reconnaissance des sites

1. 8 sites de reconnaissance afin de définir les sites à instrumenter pour la surveillance : Saorge, Valabres, La Praz, Madonna del Sasso, Cervino, La Suche, Deibfels
2. 5 sites pour la propagation : Chamousset, St Paul de Varce, Bourg d'Oisans, Bayo Dora, Rocciamelone.

D'autres sites peuvent être proposés si certains partenaires le désirent.

V. Labiouse

Les modèles physiques et mécaniques étudiés dans l'action 3 sont axés sur la propagation. Lors des inspections de terrain, il faudra déterminer les éléments structuraux des masses rocheuses instables ainsi que les caractéristiques du versant qui sont susceptibles de conditionner la propagation.

D. Jongmans

Lors du choix des sites pour les modèles de propagation, Didier Hantz en effectuera une description systématique.

Il est demandé aux responsables de sites de fournir un descriptif des sites qu'ils proposent, sur la base des fiches qui ont été réalisées pour les 8 sites de l'action 2 (surveillance).

Une réflexion sera engagée sur les modélisations lors de la réunion générale du 29 juin 2010 à Courmayeur.

Il est conseillé, pour cette réunion, que les partenaires soient à Courmayeur dès le 28 juin, pour permettre de démarrer la réunion dès 9 h le 29.

PROJET ALCOTRA MASSA





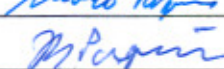
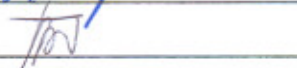



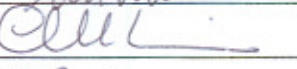


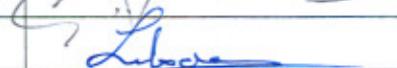
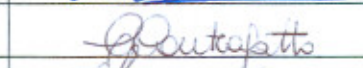
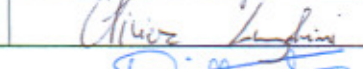



VOLET 2 - ACTION 3

Etude de la propagation

JEUDI 25 MARS 2010 de 10H00 – 16H30

ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE

Liste de Présence

<u>NOM/PRENOM</u>	<u>AFFILIATION</u>	<u>SIGNATURE</u>
RICHEFEU Vincent	L3S-R (Grenoble)	
BAISET Laurent	LGIT (—)	
TOUGHANS Denis	LGIT (Grenoble)	
DAUDON Dominique	3SR (Grenoble) -	
PAGANONE MARCO	SERVICE GEOLOGIQUE-R.A.V.A	
PASQUIER Jean-Bruno	CREALP	
Gsponer Philippe	Canton VS	
Besson olivier	Bureau Tribiers SA - Valais	
AUFENNE Martine	AR GAL	
PEANI GABRIELE	EPFL / POLITECNICO TORINO	
PIRULLI MARINA	POLITECNICO DI TORINO	
SCAVIA CLAUDIO	POLITECNICO DI TORINO	
DUTTO Fulvio	PROVINCIA DI TORINO	
Rouiller J-D	Canton VS	
CORIS CHARLES-LOUIS	Canton VS (Vid)	
LEBOURG Thomas	GEOPAR (NICE)	
CONTRAFATO CONNIE	PROVINCIA DI TORINO PEST. CIVILE	
LUNGHINI Olivier	Consultant Regione VdA	
VILLARD Pascal	3S-R (Grenoble)	