



INTERREG III A Projet n° 179 (ex n° 046)

RiskYdrogé

«Risques hydrogéologiques en montagne : parades et surveillance »

Activité 2. Sites pilotes

Site 3 – Bosmatto

Partenaires et financeurs :



Région autonome Vallée d'Aoste
Assessorat du territoire,
de l'environnement et des ouvrages publics
Regione autonoma Valle d'Aosta
Assessorato del territorio,
ambiente e opere pubbliche



CANTON DU VALAIS
KANTON WALLIS



Bundesamt für Wasser und Geologie **BWG**
Office fédéral des eaux et de la géologie **OFEG**
Ufficio federale delle acque e della geologia **UFAEG**
Uffizi federal per aua e geologia **UFAEG**
Federal Office for Water and Geology **FOWG**

En collaboration avec :



Pôle Grenoblois
Risques Naturels



SITE PILOTE 3

Bosmatto

Commune de Gressoney-St-Jean (Vallée d'Aoste)

1. DESCRIPTION DU SITE

1.1. Localisation

Le mouvement de terrain se situe dans le bassin du torrent Letze, sur le versant gauche de la Vallée de Gressoney, au niveau du hameau de Bosmatto, où il conflue dans le torrent Lys, à environ 1350 m (s.n.m.). Le bassin présente une forme très allongée, avec un axe majeur orienté E-W ; il s'étend entre les altitudes 2750 m et 1460 m (secteur de plaine du torrent Lys, début du cône alluvial).



Figure 2.3. 1. Localisation du site : voir [carte générale](#)

1.2. Contexte géologique

Le versant se trouve dans le secteur nord-occidental des Alpes, où se succèdent, du haut vers le bas, les unités structurales suivantes :

- 1) Nappe de l'Austro-alpin;
- 2) Zone Piémontaise;
- 3) Nappe du Mont-Rose.

La nappe de l'Austro-alpin, qui intéresse plus directement le versant en mouvement, peut être subdivisée en deux unités:

- la Zone Sesia Lanzo;
- la Nappe de la Dent Blanche.

Cette nappe s'appuie, par un contact tectonique, sur la Zone Piémontaise, affleurante au Nord.

La zone Sesia-Lanzo est divisée à son tour, par un contact tectonique, en un "élément inférieur", constitué du complexe des « micascisti eclogitici » et « gneiss minuti » et un "élément supérieur" constitué de la II Zone Dioritico-Kinzigitica. En particulier, dans le secteur concerné se trouvent les *Micascisti eclogitici de Pointe Plaida*.

En outre, à proximité du versant sont présents deux alignements tectoniques :

- le système de failles Aoste-Colle Ranzola, de direction principale E-O et long d'environ deux kilomètres; il a abaissé le bloc septentrional de presque 500m;
- la faille de Ospizio Sottile, de direction NE-SO, qui s'étend sur une trentaine de kilomètres en traversant la Vallée de Gressoney à hauteur de Valdobbia..

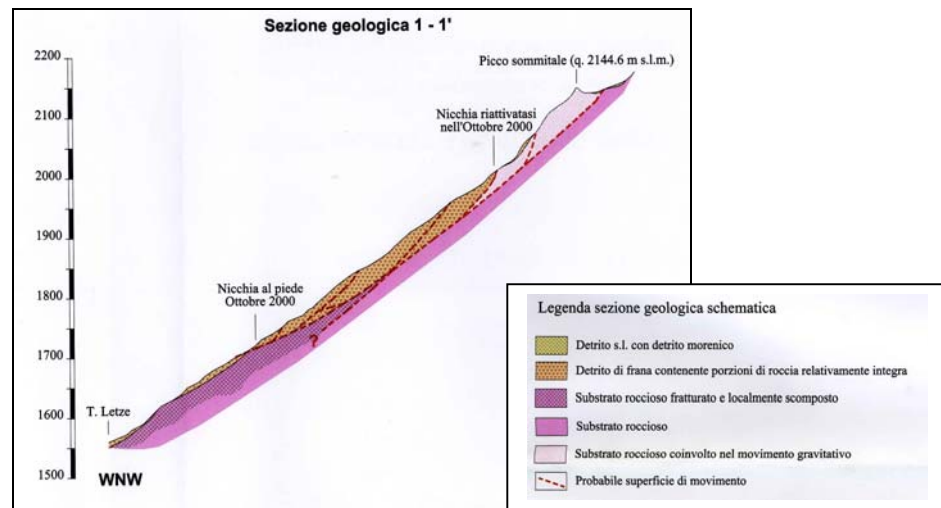


Figure 2.3. 2. Coupe géologique du versant : cliquer pour agrandir

Différents types de dépôts de couverture sont présents sur le secteur :

- éboulis épandus, sur les arêtes et dans les dépressions entre les rochers;
- éboulis de versant, aux pieds du relief de Punta Plaida et à la base de la Pointe de La Corna;
- éboulis à des gros blocs, aux pieds du relief de Punta Rossa et sur le versant méridional de La Corna ; ils sont liés à la présence de glaciers rocheux;
- dépôts glaciaires, distribués sur les versants, liés à la fonte progressive des glaciers descendant des bassins du Lys et du Letze;
- accumulations de dépôts liés aux événements alluviaux et aux laves torrentielles, identifiables le long du lit et au débouché du torrent Letze (cônes de déjection);
- dépôts d'éboulement, présents, en excluant la zone concernée par cette étude, sur les escarpements rocheux méridionaux.

Le versant connaît la réactivation d'un ancien mouvement de terrain.

La rive gauche du torrent Letze est impliquée essentiellement dans deux mouvements de terrain de grande dimension. Le premier secteur en mouvement, identifié comme *Paleofrana 1*, occupe la partie septentrionale du versant (Figure 2.3. 3, secteur 1) ; c'est à ce niveau qu'a eu lieu la réactivation des mouvements d'octobre 2000. Le second secteur, identifié comme *Paleofrana 2* (Figure 2.3. 3, secteur 2) semblerait plus ancien : il est recouvert d'une épaisse végétation boisée et les signes de mouvements sont plus fréquents, avec notamment des fractures ouvertes. Il occupe la portion de versant comprise entre l'éboulement actuel et l'arête méridional du torrent Letze.

En outre, sur le versant rive droite, sous les chalets de Stadelte, deux mouvements de terrain, qui intéressent exclusivement les dépôts glaciaires sur le substrat rocheux affleurant au pied, se sont développés considérablement au cours de 2004 et 2005 (Figure 2.3. 3, secteur 3).

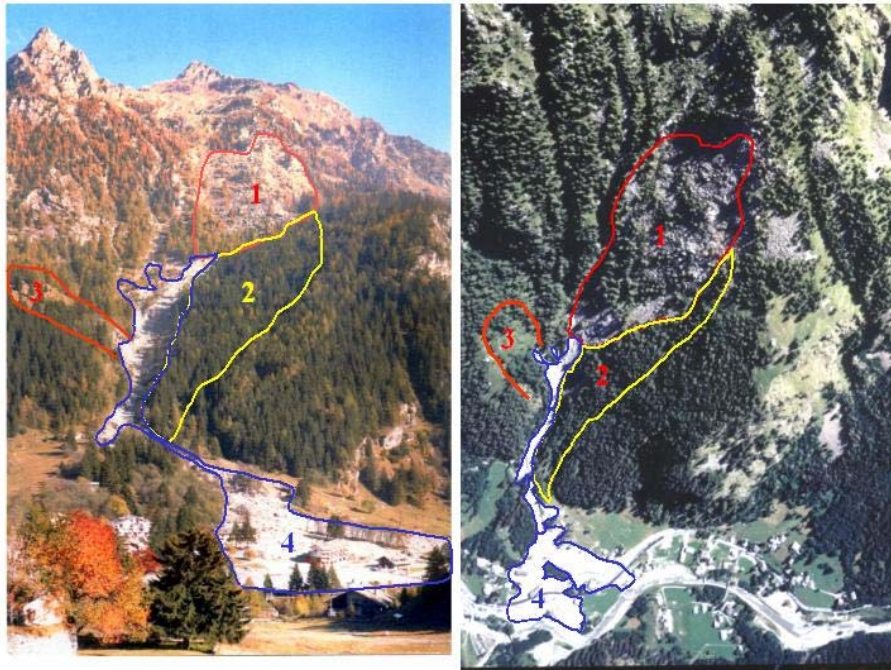


Figure 2.3. 3 Localisation des différents secteurs en mouvement : *cliquer pour agrandir*

Pour estimer les volumes des masses en mouvement, la formule empirique suivante a été appliquée:

$$V_i = \pi/6 * (L_r * W_r * D_r) \text{ (WP/WLI, 1990)}$$

V_i = volume initial;

L_r = distance, en mètres, entre le point sommital de la niche et le point inférieur de la surface de rupture;

W_r = largeur la plus grande entre les flancs de l'éboulement, en mètres, mesurée perpendiculairement à L_r ;

D_r = profondeur la plus grande supposée, en mètres, de la superficie de rupture mesurée perpendiculairement au plan qui contient L_r et W_r .

Dans le cas de Bosmatto : $V_i = \pi/6 * (300 * 500 * 40) = 3.100.00 \text{ m}^3$

1.3. Historique du site

- 16-17 octobre 1846: selon les informations dans la « Feuille d'annonce d'Aoste » du 30 octobre 1846 « le torrent de Litze, à Bosmatto... a presque enseveli diverses habitations et couvert les plus belles propriétés d'une énorme quantité de pierrailles, qui empêcheront la culture à l'avenir. Ce malheureux hameaux est encore menacé par la chute d'une partie de la montagne qui domine et qui, ayant de grosses crevasses, s'est déjà abaissée de plusieurs mètres... ».
- 30 septembre - 1 octobre 2000: d'intenses précipitations arrosent la Vallée de Gressoney;
- 11-16 octobre 2000: la Vallée de Gressoney reçoit environ 330 mm de pluie (isotherme zéro degré situé à environ 3000 m); le soir du 15 arrive une première lave torrentielle sur le cône de Bosmatto; les laves torrentielles se poursuivent ensuite jusqu'au matin du 16 octobre (Figure 2.3. 3, secteur 4).



Figure 2.3. 4 Lave torrentielle du 15-16 octobre 2000 sur le village de Bosmatto : [cliquer pour agrandir](#)

2. PROBLEMATIQUES

2.1. Problématiques du site

Les enjeux :

Lors d'évènements météorologiques particulièrement intenses et prolongés, les masses importantes de dépôt encore présentes le long du torrent Letze peuvent alimenter des laves torrentielles, qui menacent directement les habitations de Bosmatto.

En outre, dans l'hypothèse d'un déclenchement de l'ensemble du mouvement de terrain, le volume conséquent de matériaux impliqué irait barrer le cours du torrent Lys ; la possible rupture du barrage formé provoquerait de très gros dégâts dans toute la vallée du Lys (A4P9).

Les motivations pour mettre en place une instrumentation

Contre le risque de laves torrentielles, de nombreux travaux de protection ont été réalisés dans le village de Bosmatto (A4P12), en particulier une plage de dépôt pour stopper les matériaux transportés avant qu'ils n'atteignent les maisons du village et la route régionale.

Par contre, la stabilisation du mouvement de terrain dans son ensemble n'est pas possible, d'une part car les volumes en mouvement sont considérables, d'autre part car le secteur d'intervention n'est pas accessible aux engins mécaniques. Or, l'évolution du mouvement peut menacer directement les habitations du village de Bosmatto. Les instruments de surveillance permettent donc de contrôler les mouvements du phénomène et de déclencher les alarmes en cas de besoin. Dans les communes de Gressoney-saint-Jean, environ 900 habitants sont impliqués directement dans le plan de secours de la Protection Civile, mis en place pour organiser l'évacuation des personnes.

Dans l'extension du projet Interreg, afin de mieux comprendre la géométrie de la masse en mouvement et ses déplacements dans le temps, la réalisation d'une campagne de prospection sismique a été décidée. Les résultats serviront à définir les moyens de surveillance les plus appropriés pour compléter les données actuellement en possession de l'Administration régionale.

2.2. Objectifs de l'instrumentation

L'objectif de l'instrumentation est de surveiller en temps réel les mouvements ou les facteurs déclenchants du mouvement, afin de générer des alertes.

D'après l'historique, les évènements pluviométriques intenses sont un des facteurs aggravants, voire déclenchants, du mouvement ; une station pluviométrique a donc été mise en place pour mesurer les précipitations. En outre, 4 repères GPS à lecture automatique ont été installés pour suivre les déplacements.

Ces instruments de surveillance sont reliés à la centrale opérationnelle située au siège de la Protection Civile, dans laquelle se trouve le système de surveillance Eydenet, qui gère la gestion des alarmes (A4P8).

Par ailleurs, 4 extensomètres à fil, qui mesurent les déplacements superficiels entre deux points situés de part et d'autre d'une fracture, l'un sur la roche en place, l'autre sur les matériaux en mouvement, permettent une gestion plus fine des mouvements.

3. INSTRUMENTATION EN PLACE

Le système de surveillance du mouvement de terrain de Letze- Bosmatto a été réalisé à l'automne 2001, sur la base des premiers résultats des nombreuses visites sur le site après l'évènement alluvial d'octobre 2000.

Depuis cette date, le site est équipé avec:

- 6 repères GPS manuels ;
- 4 repères GPS automatiques;
- 1 station météo qui comprend pluviomètre, thermomètre, baromètre, nivomètre et hygromètre.

Les 4 nouveaux extensomètres à fil, dits Geokon modèle 4427, enverront dès fin 2006 les données à la station d'acquisition via une unité radio-modem.

Les données de pluviométrie, de température, de pression atmosphérique, d'humidité relative et de hauteur de neige sont transmises au centre d'acquisition en exploitant un pont radio de Weissmatten et la dorsale radio à micro-ondes de la Protection Civile.

Les caractéristiques techniques des instruments de surveillance sont décrites dans le paragraphe 3 de l'**Inventaire Méthodes et Instrumentation**.

fréquence des mesures :

- météo: horaire;
- GPS manuels: 2 fois par an (juin et octobre);
- GPS automatiques: 6 heures.

connexion à la centrale d'acquisition:

- météo: intégré à la station;
- GPS automatiques: intégré à la station;
- Extensomètres (en cours d'installation): radio-modem.

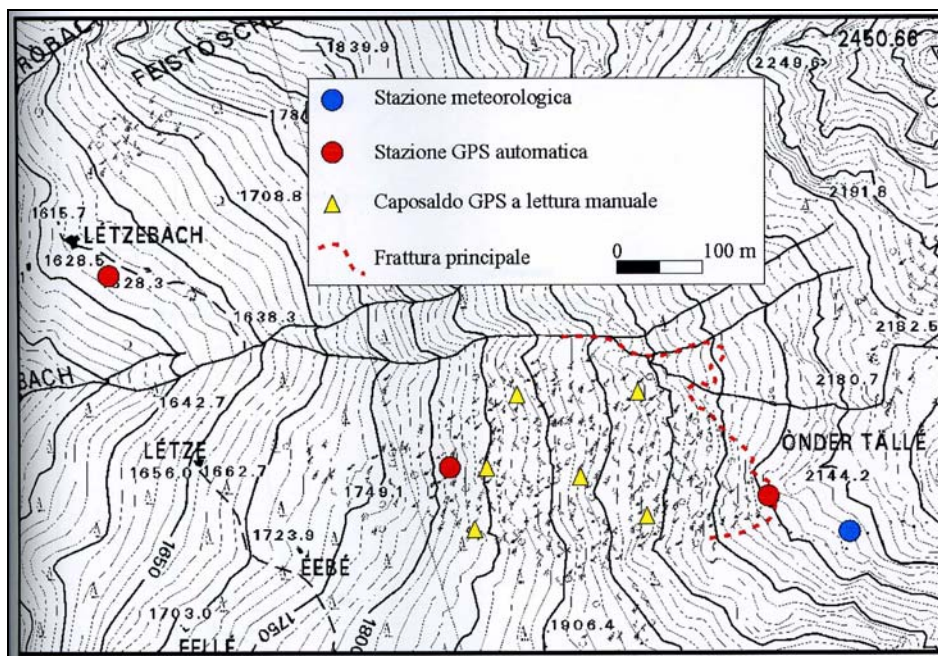


Figure 2.3. 5. Extrait planimétrique avec localisation des stations de mesure

Transfert des données vers la centrale opérationnelle de la protection civile:

- météo: radio (micro-ondes);
- GPS automatiques: radio (micro-ondes).

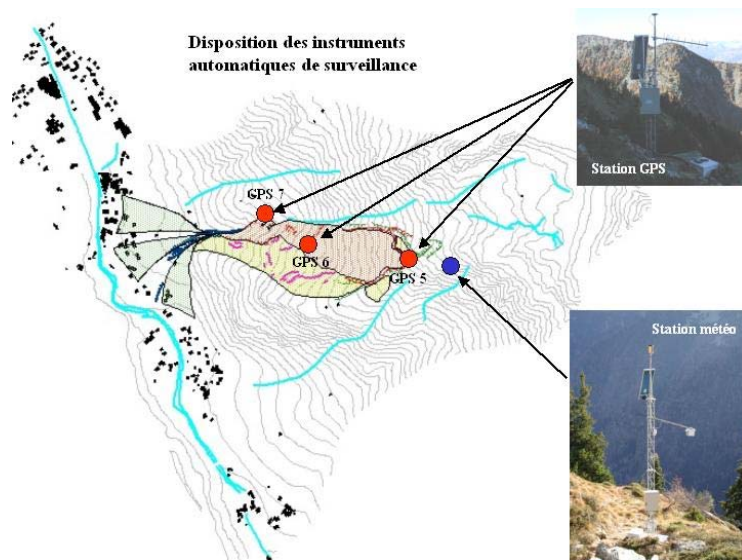


Figure 2.3. 6 Localisation des instruments automatiques de surveillance : *cliquer pour agrandir*

Sur ce site, les mesures ayant débuté en 2001, on peut considérer que la phase de test/d’expérimentation a été faite dans les premières années de surveillance du mouvement ; les données recueillies aujourd’hui sont désormais de l’ordre des mesures standards.

4. RESULTATS ET PREMIERES ANALYSES

Les données actuellement disponibles concernent les tendances de température, de pluie et neige cumulées, d’humidité, ainsi que les données de déplacement des 3 repères GPS automatiques (le quatrième est placé en dehors de la zone en mouvement) et des 6 GPS manuels. Les premières données des extensomètres seront disponibles à partir de fin 2006.

Les résultats des mesures des 6 repères GPS manuels sont rapportés dans les diagrammes présentés au cours de l’atelier d’Aoste (**A4P4**).

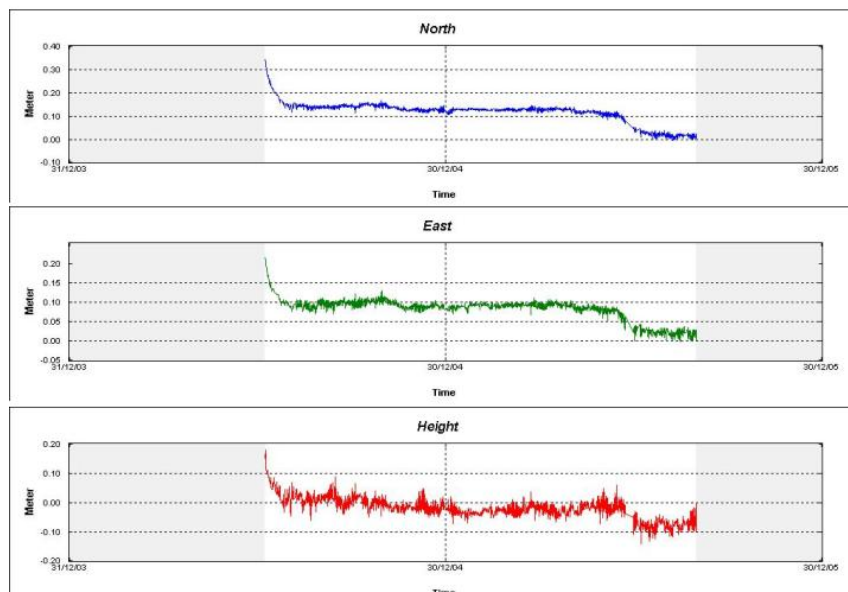


Figure 2.3. 7 Résultats du GPS 7 pour la période juin 2004-août 2005 : *cliquer pour agrandir*

De manière générale, ces données confirment l’évolution du mouvement de terrain supposé dans l’étude préliminaire, soit en terme de direction et sens des déplacements, soit en terme de valeur

absolue de déplacement. Par exemple, dans la période comprise entre le 02/10/2003 et le 22/10/2004, le corps de l'éboulement a subi des déplacements variables localement, compris entre 1 et 21 centimètres, la portion gauche orographique de l'éboulement étant plus active que la portion droite.

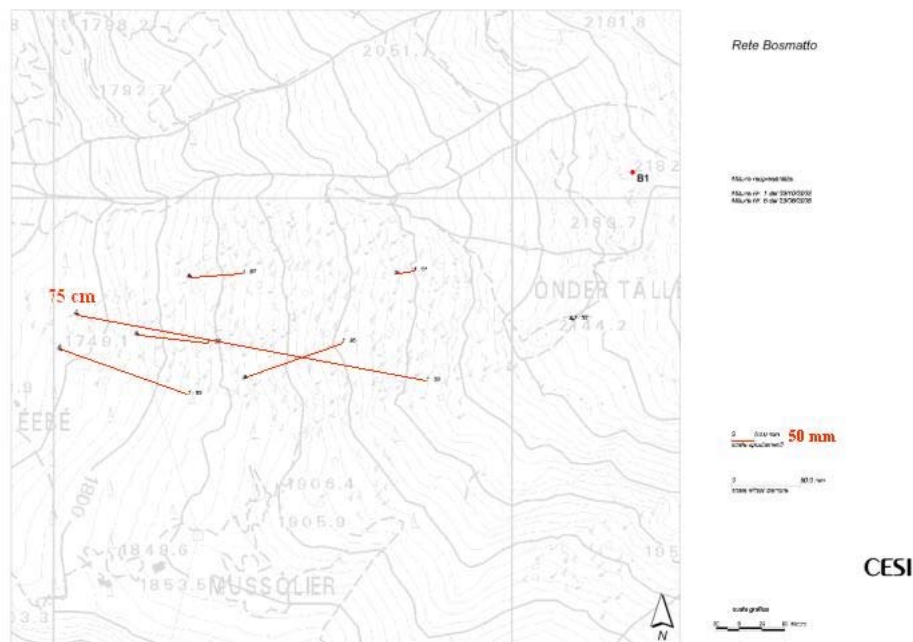


Figure 2.3. 8 Vecteurs de déplacement des repères GPS - Période 03/10/2002 - 23/06/2005

cliquer pour agrandir

D'un point de vue pratique, la progression sur le corps de l'éboulement, composé dans la partie supérieure de gros blocs rocheux, est difficile ; chaque campagne de mesures nécessite donc le recours à un guide de montagne.

Les données des GPS automatiques confirment elles aussi l'évolution du mouvement de terrain, soit en terme de direction et sens des déplacements, soit en terme de valeur absolue de déplacement. Les deux GPS situés sur la rive gauche du torrent Letze, placés l'un dans la partie haute et l'autre sur un petit plateau à l'intérieur de la partie moyenne de l'éboulement, n'ont enregistré, pendant la période de surveillance, que de petits mouvements. Au contraire, celui installé en juillet 2004 sur la droite du torrent a enregistré, dans les six premiers mois, des valeurs élevées de mouvement (environ 23 cm dans la direction sud et 13 cm dans la direction ouest). Un tel déplacement reflète l'évolution de la niche d'arrachement et semble lié au régime pluviométrique du secteur, particulièrement sensible à l'eau.

En ce qui concerne les données pluviométriques, les valeurs seuil fixées par les procédures de Protection civile ont été dépassées, une fois en 2003 et quatre fois en 2004, à l'occasion d'évènements orageux, de durée brève mais de forte intensité. Ces évènements n'ont pas engendré d'instabilités particulières dans le corps de l'éboulement.

Ce site a fait l'objet d'une visite de terrain lors de la conférence finale : voir Actes de la Conférence