



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

RiskYdrogé

«Risques hydrogéologiques en montagne : parades et surveillance »

Activité 2. Sites pilotes

Site 2 – Becca di Nona

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



Centre de recherche sur l'environnement alpin
Zentrum für alpine Umweltforschung
Centre of research on the alpine environment

SITE PILOTE 2

Becca di Nona

Communes de Charvensod et Pollein (Vallée d'Aoste)

1. DESCRIPTION DU SITE

1.1. Localisation

Le secteur de la Becca di Nona se trouve dans la moyenne Vallée d'Aoste, en rive droite de la Dora Baltea, sur la commune de Charvensod. Le mouvement de terrain est situé en rive droite du Torrent Comboué, sur le versant nord-ouest de la Becca di Nona, entre 1550 m (lieu-dit Ponteille) et environ 2300 m. La pente est en moyenne de 34 à 45°.

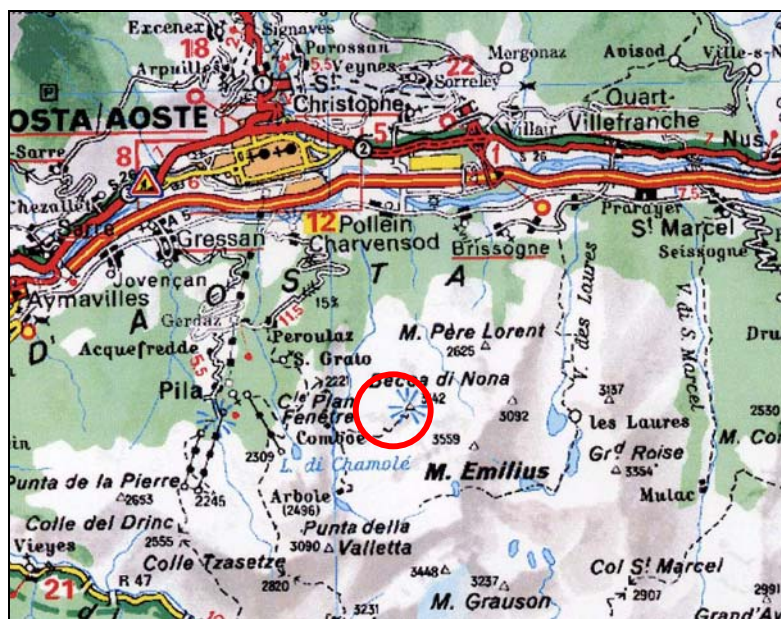


Figure 2.2. 1. Localisation du site ; voir [carte générale](#)

1.2. Contexte géologique

La niche principale du glissement sépare le substratum en place, à l'amont, et les dépôts de couverture, à l'aval.

Pour ce qui est du substratum, le secteur se trouve à la limite entre les Ophiolites et schistes lustrés de la Zone Piémontaise s.l. et les gneiss du klippen du Mont-Emilius (Nappe de la Dent Blanche). Plus précisément :

- 1) Nappe de la Dent Blanche:
 - Complexe de « micascisti eclogitici »
 - Complexe de « gneiss minuti ».
- 2) Zone Piémontaise s.l.
 - Prasinites avec metagabbre ;
 - Schistes lustrés ;
 - Serpentes et serpentinoschistes.

Pour ce qui concerne les dépôts de couverture, le secteur est caractérisé par la présence de :

- dépôts alluviaux, dans le lit du torrent Comboué, sur la portion à l'aval des cascades du même nom;

- dépôts de versant (cônes de détritits et nappes), sur les deux rives du torrent Comboué ; ils se développent à partir du pied des socles rocheux ;
- dépôts d'éboulement, en excluant la zone spécifique de cette étude, résultant d'effondrements localisés ou étendus des escarpements rocheux ;
- dépôts glaciaires, distribués sur les versants, liés à la fonte des glaciers qui se trouvaient au pied des falaises de la Becca di Nona ;
- dépôts de laves torrentielles, accumulés sur les côtés des couloirs d'écoulement ou bien à leur débouché.

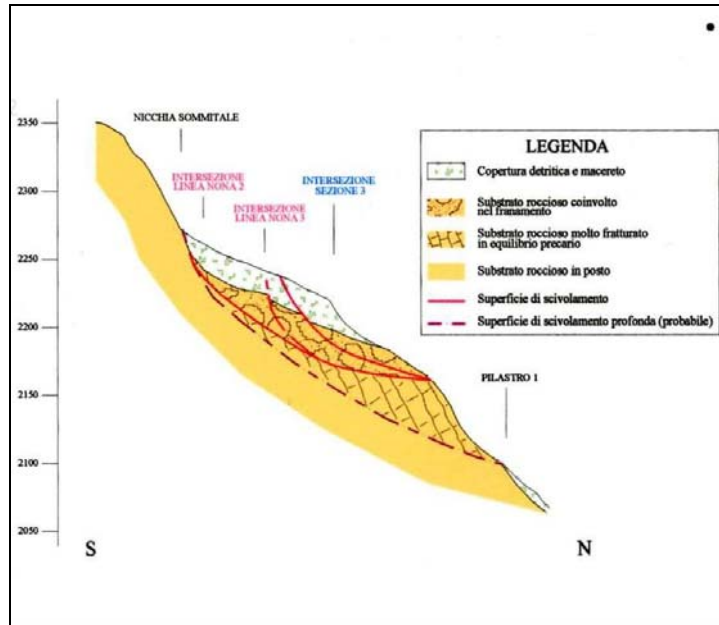


Figure 2.2. 2. Coupe géologique : cliquer pour agrandir

Le mécanisme de l'instabilité peut être interprété comme composite. Même si l'apparence générale est celle d'un glissement unitaire, comme en témoigne l'unique niche d'arrachement principale, les processus et les vitesses d'évolution sont différents dans les divers secteurs de la masse instable.

Le volume des matériaux en mouvement est calculé avec la formule empirique suivante :

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

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 surface de rupture mesurée perpendiculairement au plan qui contient L_r et W_r .

Référence :

WP/WLI (International Geotechnical Societies=UNESCO Working Party on World Landslide Inventory), 1990. A suggested method for reporting a landslide. Bulletin International Association for Engineering Geology, 41: 5-1

En considérant une surface de glissement à 50 m de profondeur, le volume est évalué à environ 1.950.000 m³ ; dans l'hypothèse la plus optimiste, il se réduirait à environ 1.100.000 m³.

1.3. Historique du site

- 1976: les photos aériennes signalent de petits mouvements de terrain. Il y a déjà sur le secteur des escarpements, un à droite et l'autre à gauche, un peu plus bas que l'actuelle niche d'arrachement ;
- 1996 : première mise en évidence de la niche principale, développée au contact entre le substratum et la couverture, sur une longueur de 345 mètres ; 4 extensomètres sont posés (Figure 2.2. 5) ;

Suite aux intenses précipitations d'octobre 2000, l'éboulement s'est réactivé. Environ trois jours après le début de l'épisode de pluie, les 4 extensomètres, posés sur la niche d'arrachement qui délimite le haut du secteur en mouvement, ont montré une rapide augmentation des vitesses de déplacement, qui atteignent des valeurs proches de 6 mm/h.

La réactivation de l'éboulement lui-même a été précédée par la mise en mouvement d'une zone de dépôt à l'aval, au niveau d'un pilier rocheux (niche d'arrachement basse – alt.1990m- Figure 2.2. 4). Le matériel s'est distribué en partie sur les cônes et en partie sur l'aire de Ponteille.



Figure 2.2. 3 : évolution du phénomène en partie haute, octobre 2000 : *cliquer pour agrandir*

2. PROBLEMATIQUE

2.1. Problématique du site

Les enjeux :

SCENARIO 1: L'éboulement de masse est unitaire : les matériaux mobilisés dans leur ensemble provoquent le barrage du torrent Comboe et la formation d'un lac, très rapidement rempli et débordé, avec pour conséquence l'inondation des villages à l'aval (communes de Pollein et Charvensod).

SCENARIO 2: Des éboulements progressifs impliquent, par étapes successives, différentes portions de volume instable; adaptation du lit du torrent, à l'aval, aux modifications induites par l'apport de matériaux et .risques de lave torrentielle sur Pollein et Charvensod

Les motivations pour mettre en place une instrumentation

La stabilisation du mouvement de terrain 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 véhicules mécaniques. Les travaux de protection réalisés (A4P11) ne sont pas suffisants, surtout face au scénario 1. Après les événements d'octobre 2000, l'Assessorat au Territoire, à l'Environnement et aux Travaux Publics avait mandaté une société pour rédiger une première proposition de projet pour les travaux sur le site de Ponteille, pour chercher à éviter la formation du barrage résultant du scénario 1 ; les coûts trop élevés et les difficultés logistiques en ont déconseillé la réalisation.

Or, l'évolution du mouvement de terrain (scénarios 1 et 2) peut intéresser les zones habitées de la plaine de la Doire. Les moyens de surveillance permettent donc de contrôler le phénomène et de déclencher les alarmes en cas de besoin. Dans les communes de Charvensod et de Pollein, les habitants impliqués directement dans le plan de secours de la Protection Civile, mis en place pour évacuer les personnes en temps voulu, sont respectivement environ 130 et environ 900.

2.2. Objectifs de l’instrumentation

La présence de l'eau, suite à d'intenses épisodes pluvieux, semble un facteur de déclenchement du mouvement. Un pluviomètre a donc été installé, en plus d'extensomètres et de repères GPS à lecture automatique qui suivent les mouvements de l'éboulement.

L'objectif essentiel de ce système de surveillance est d'assurer l'activation du plan d'évacuation de la protection Civile, c'est-à-dire la sécurité des habitants des zones situées l'aval:

- dans un premier temps, on a cherché à bien comprendre les caractéristiques morphologiques et dynamiques du mouvement, afin d'établir les seuils d'alerte ;
- depuis, une surveillance en continu est assurée pour pouvoir déclencher des alertes, gérées par le système de surveillance Eydenet situé à la Protection Civile (**A4P8**).

3. INSTRUMENTATION EN PLACE

Le site est équipé de 7 repères GPS manuels, 3 repères GPS automatiques et 4 extensomètres à fil de production ISMES, ainsi qu'une station météo qui comprend pluviomètre et thermomètre.

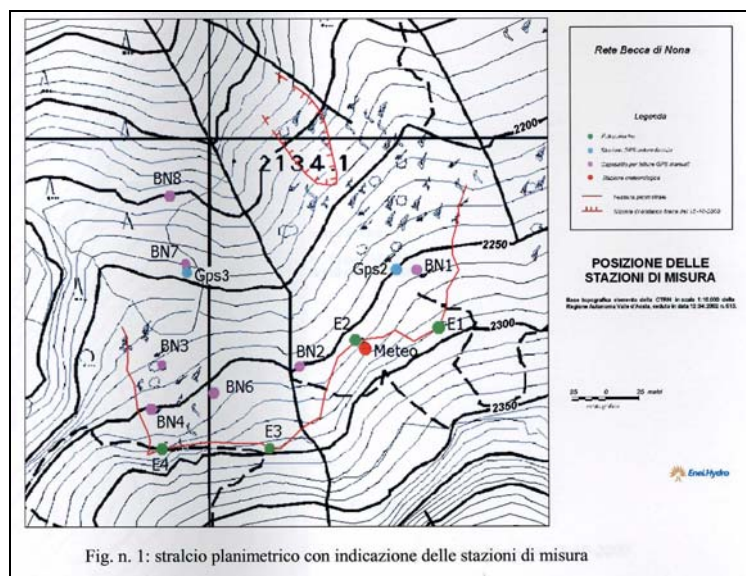


Figure 2.2. 4. Extrait planimétrique avec indication des stations de mesure : cliquer pour agrandir.

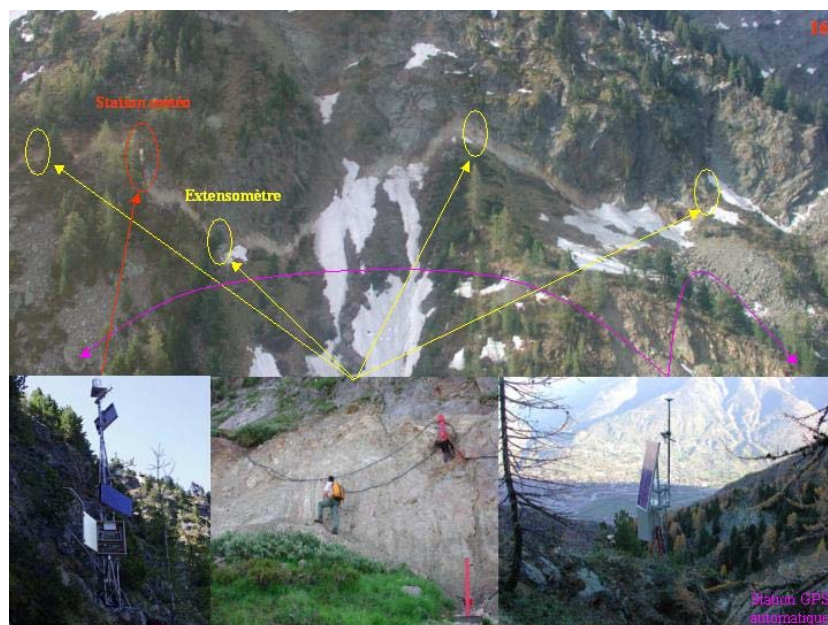


Figure 2.2. 5 : Positionnement des instruments sur la niche d'arrachement supérieure : cliquer pour agrandir

Le réseau GPS, installé initialement en juillet 1997 et complété par la suite, est composé actuellement de 7 repères GPS manuels positionnés dans le secteur en mouvement, dont deux installés début juin 2001, pour contrôler le secteur à l'aval de l'éboulement (BN7 et BN8).

Tous les instruments de surveillance sont reliés à la centrale opérationnelle située au siège de la Protection Civile, où se trouve le système de surveillance Eydenet, qui interprète les données et gère la gestion des alarmes (voir [A4P8](#) et [Activité 3 Télésurveillance](#)). En cas de besoin, on peut interroger les instruments depuis cette centrale pour contrôler le bon fonctionnement du système.

Les caractéristiques techniques des instruments de surveillance sont décrites dans le paragraphe 6 de l'[Inventaire Méthodes et Instrumentation](#) de l'Activité 4.

fréquence des mesures :

extensomètres: horaire;

météo: horaire;

GPS manuels: 2 fois par an (juin et octobre);

GPS automatiques: une lecture chaque les 6 heures.

connexion à la centrale d'acquisition:

extensomètres: câble;

météo: câble;

GPS automatiques: chacun a une station d'acquisition.

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

extensomètres: radio-modem;

météo: radio-modem;

GPS automatiques: radio-modem.

En considérant que les mesures ont débuté en 1997, les données sont actuellement de l'ordre des mesures standards, puisque la phase de test / d'expérimentation a été faite dans les premières années de surveillance de l'éboulement.

4. RESULTATS ET PREMIERES ANALYSES

Les données concernent la tendance de la température, la pluie cumulée, les déplacements des 4 extensomètres, des 3 repères GPS automatiques et des 7 GPS manuels. Les résultats disponibles sont rapportés dans les diagrammes présentés au cours de l'atelier d'Aoste ([A4P4](#)).

De façon générale, les données obtenues par les 7 repères GPS manuels confirment l'évolution du mouvement de terrain observée lors des études préliminaires, soit en terme de direction et de sens des déplacements, soit en terme de valeur absolue de déplacement. On a enregistré des déplacements allant jusqu'à plus de 10 cm par an, liés aux conditions locales et au fait qu'on traite un éboulement constitué par des détritux, avec des variations locales de comportements dynamiques.

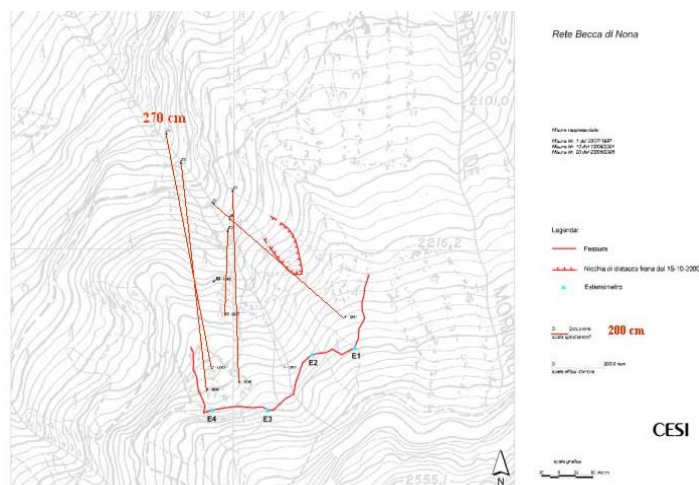


Figure 2.2. 6 Vecteurs déplacements des repères GPS manuels – Période 03/07/1997-22/06/2005 (A4P4) :

cliquer pour agrandir

De même pour les données des GPS automatiques, les valeurs obtenues confirment l'évolution du mouvement de terrain, soit en terme de direction et de sens des déplacements, soit en termes de valeur absolue de déplacement. Dans un régime de précipitations saisonnières, les déplacements enregistrés par le réseau GPS automatique varient de 0 à quelques centimètres (< 5 cm par an).

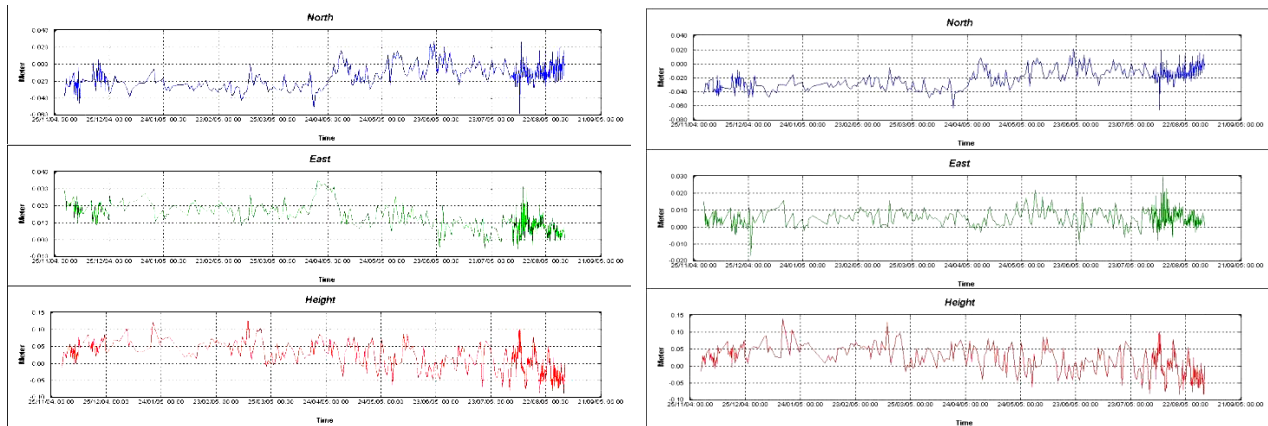


Figure 2.2. 7 : Stations automatiques GPS2 (à gauche) et GPS3 (à droite) - Période 11/2004-08/2005 :
[cliquer pour agrandir](#)

En ce qui concerne les données pluviométriques, les valeurs seuil utilisées dans les procédures de Protection civile ont été dépassées une fois au cours de l'année 2003 et deux fois en 2004, à l'occasion d'évènements orageux brefs mais intenses. Ces évènements n'ont pas engendré d'instabilités spécifiques dans le corps de l'éboulement ; les réseaux d'extensomètres et de GPS automatiques n'ont pas enregistré de valeurs de déplacement particulières.

Becca di Nona pluviometer	
Valeur seuil	Aalerte
Rainfall intensity 1h	14.8 mm/h
Rainfall intensity 3h	29 mm/h
Rainfall intensity 6h	42.6 mm/h
Rainfall intensity 12h	58.3 mm/h
Rainfall intensity 24h	79.6 mm/h
Rainfall intensity 36h	95.1 mm/h

Figure 2.2. 8 Valeurs seuils en pluviométrie utilisées à la Protection Civile (d'après Actes de la conférence finale, 3.3.2-Tamburini)

Les données des extensomètres, posés sur la niche d'arrachement principale, concordent avec celles des repères GPS automatiques, avec des valeurs de déplacement qui varient durant l'année. En général, les extensomètres E2 et E3, enregistrent une composante verticale du déplacement beaucoup plus importante que les composantes horizontales, caractéristique due à des situations morphologiques locales particulières (la pente est particulièrement raide).

Déplacements :

Juin-octobre 2003: E1 (Extensomètre 1) = 20 mm ; E2= 20 mm; E3= 392 mm ; E4= 11 mm.

Juillet-novembre 2004: E2= 172 mm; E3= 81 mm; E4= 12 mm.

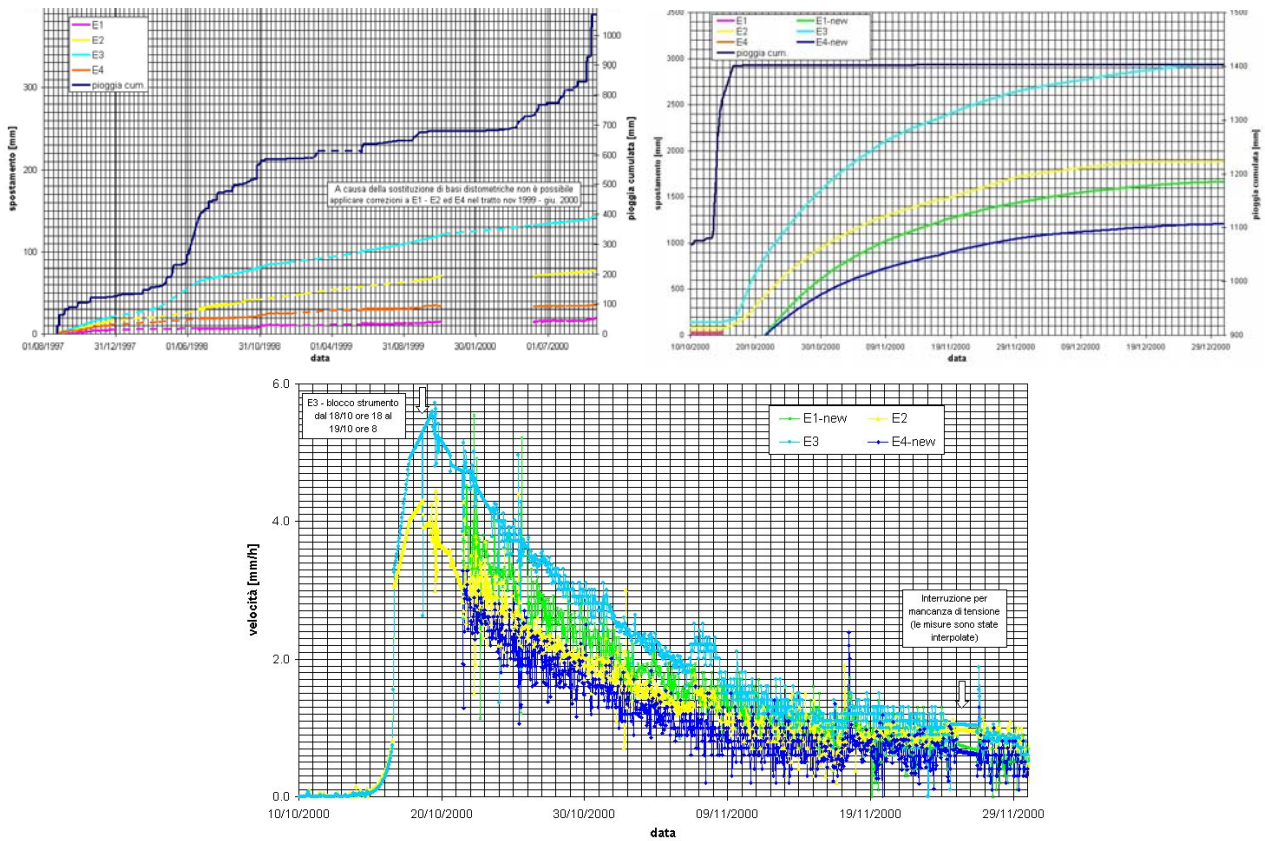


Figure 2.2. 9 Déplacement des extensomètres et pluie cumulée sur les périodes 27/08/1997 - 10/10/2000 (en haut à gauche) et 10/10 - 31/12/2000 (à droite) ; Vitesses de déplacements de extensomètres sur la période 10/10-31/12/2000 (en bas) : cliquer sur chaque graphe pour l'agrandir.

La représentation graphique des données annuelles met en évidence des déplacements causés par la neige, en début et en fin d'année. L'allongement des fils des extensomètres est dû au manteau neigeux, qui avec son poids peut aller jusqu'à provoquer la rupture des fils (exemple: le fil de l'extensomètre 2 en février 2003). Les résultats sont considérés "virtuels" et le bon fonctionnement des instruments est rétabli dès que le site redevient accessible en toute sécurité, lorsque le manteau neigeux a complètement disparu, c'est à dire normalement dans la deuxième quinzaine de juin, période où sont réalisées les activités d'entretien programmées pour tout le système.

Outre les problématiques liées à la présence de la neige, l'instrumentation de surveillance doit considérer d'autres aspects, comme l'exposition du versant au rayonnement solaire et la chute des blocs. Les stations d'acquisition et de transmission des données sont alimentées par des panneaux solaires et des piles batteries. Au cours de la surveillance, les panneaux solaires ont été augmentés de puissance, parce que le versant est exposé au nord et le rayonnement solaire est insuffisant.

Durant l'année 2004, la station météo avec les appareillages d'acquisition et de transmission des données a été complètement détruite par une chute de blocs. De même, il faut de temps en temps remplacer le fil des extensomètres, endommagé par la chute des blocs du versant.