



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

## *RiskYdrogé*

«Risques hydrogéologiques en montagne : parades et surveillance »

---

### Activité 1. Ateliers

### Atelier 4 – Aoste

---

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



## Atelier 4. Aoste, Vallée d'Aoste 13-15 septembre 2005

### Surveillance et gestion du territoire en Vallée d'Aoste

#### Préambule

L'atelier d'Aoste est le quatrième et dernier organisé dans le cadre du projet Interreg 3A RiskYdrogeo. Du 13 au 15 septembre, 52 participants ont assisté aux différentes présentations en salles et visites de terrain.

Les 14 documents afférents aux présentations sont listés ci-dessous ; les présentations spécifiques des sites visités sont indiquées en gras.

**Présentation 1.** *Falaise de la route de Cogne (route n°47) entre les Km 8+600 et 16+700 ; Etude structurale et géomécanique ; Elaboration de la carte de danger*, F. Baillifard, Crealp (A4P1).

**Présentation 2.** *Route régionale de Cogne : problèmes et difficultés dans la rédaction des projets / études*, M. Pasqualotto, RAVA.

**Présentation 3.** *Route régionale de Cogne : infrastructures de protection réalisées et en cours de réalisation*, S. Glarey, Assessorat du territoire – RAVA, Direction des ouvrages routiers (A4P3).

**Présentation 4.** *Les grands mouvements de masse sur le territoire valdôtain et les systèmes de surveillance installés*, M. Broccolato, Assessorat du territoire – RAVA (A4P4).

Voir aussi **Activité 2, Sites pilotes : 2-Becca di Nona, 3-Bosmatto, 4-Citrin, 5-Vollein**

**Présentation 5.** *L'éboulement de masse de Chervaz ; description du site et évolution du mouvement de terrain en cours de surveillance*, E. Rabbi, soc. Geodata (A4P5).

**Présentation 6.** *L'éboulement de masse de Citrin : description du site de visite*, M. Bersano Begey, soc. Hydrodata (A4P6).

**Présentation 7.** *L'éboulement de masse de Citrin : ground SAR*, D. Macaluso, Ismes, Université de Florence (A4P7). Voir aussi **Activité 2 Site pilote 4 Citrin**

**Présentation 8.** *Eydenet : a real time decision support system*, A. Tamburini, CESI (A4P8).

**Présentation 9.** *Runout of large rockfall and debris avalanches prediction for assessing their hazard : the Bosmatto landslide cas study (Gressoney, Val d'Aosta)*, A. Tamburini, CESI (A4P9).

**Présentation 10.** *Landslide motion and displacement monitoring survey using Satellite radar interferometry*, R. Mayoraz, Crealp (A4P10).

**Présentation 11.** *Travaux d'aménagement du torrent de Comboé dans les communes de Pollein et de Charvensod*, I. Cerise, ing. des forêts (A4P11). Voir aussi **Activité 2 Site pilote3 Bosmatto**

**Présentation 12.** *Travaux de consolidation et de protection du village de Bosmatto sur l'éboulement de Mussolier*, G. Béthaz, ing. Aoste (A4P12).

**Présentation 13.** *Evaluation des trois systèmes de télésurveillance Eydenet*, GeSSRI, Guardaval, P. Ornstein, Crealp (A4P13).

**Présentation 14.** *Exemple d'une carte de risque d'une commune de la Vallée d'Aoste en relation à la présence d'un système de surveillance sur le territoire*, M. Pasqualotto, Assessorat du Territoire – RAVA + E. Subet, maire de Charvensod et A. Comé, maire de Gressoney St Jean (A4P14).

Abréviations utilisées : RAVA = Région Autonome Vallée d'Aoste

Synthèse pilotée par PGRN

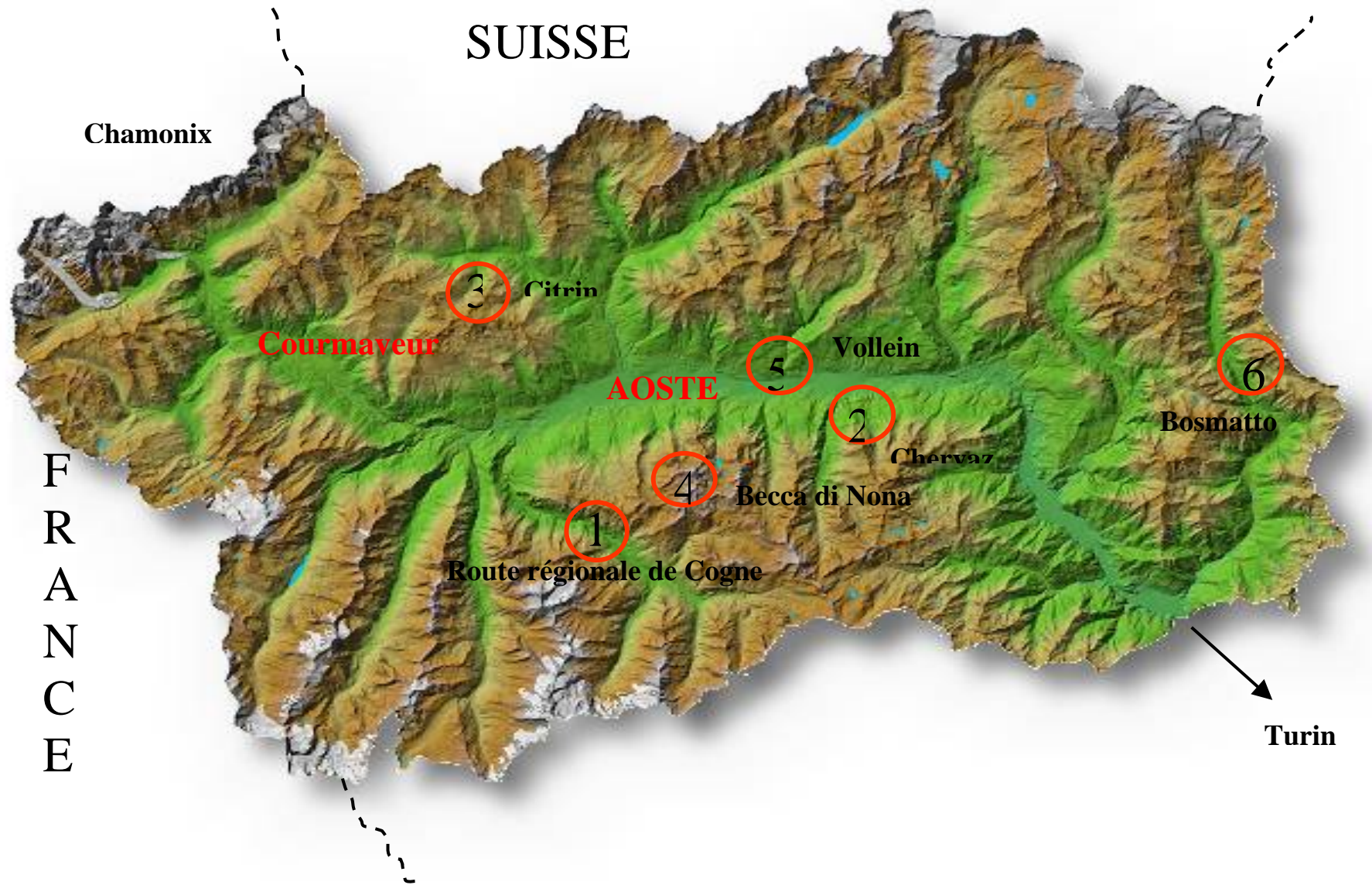


Figure 5.4.1. Localisation des sites visités lors de l'atelier 4. Les numéros font référence au récapitulatif p.10

## 1. Introduction

Une grande partie du territoire de la Région Autonome Vallée d'Aoste est située en zone montagneuse et est sujette aux risques hydrogéologiques. En octobre 2000, un épisode de précipitations exceptionnelles a touché cette région sensible, avec 250 à 600 mm d'eau en quatre jours, soit 40 à 60 % des précipitations annuelles, provoquant des inondations, de nombreuses laves torrentielles, des éboulements et glissements de terrains et la réactivation de grands mouvements de versants (A4P4, p.1-4). Ces événements, qui ont fait plusieurs victimes et causé d'énormes dégâts (440 millions d'euros de travaux), ont déclenché une vaste réflexion sur la prise en compte des risques hydrogéologiques dans la gestion du territoire, à la fois en terme de travaux de protection, de cartographie et de surveillance.

Les différentes présentations de cet atelier, dont la majorité des exemples traités sont situés sur le territoire de la Vallée d'Aoste (Figure 5.4.1 et Récapitulatif p.10.), offrent un aperçu de l'état actuel de cette réflexion et des actions réalisées.

## 2. Caractérisation du risque

### Aléa de rupture

La majorité des exemples présentés sont des mouvements de terrain localisés, dont la caractérisation s'effectue par des études classiques (géologique, géotechnique, géomorphologique, prospection sismique). Nous ne citons ici que les méthodes moins courantes.

Sur le site de Citrin, une photo-interprétation multi temporelle a permis de quantifier l'évolution passée du phénomène (A4P6).

Pour le mouvement de versant de Chervaz, une méthode de caractérisation de l'aléa originale a été développée (A4P5) : sur les différentes zones du mouvement individualisées au préalable, chaque facteur pris en compte dans l'analyse de stabilité (lithologie, structure...) est affecté d'une valeur pondérée en fonction du rôle relatif du facteur considéré ; la somme de ces valeurs permet d'attribuer un niveau de danger à la zone ; sur cette base, intégrée dans un modèle numérique 3D du versant et complétée par des mesures de déplacement en surface, des scénarios d'évolution ont été définis, mais l'absence de données de déplacement en profondeur empêche pour l'instant de privilégier l'un ou l'autre.

Dans le cadre des études prospectives, le radar satellitaire offre des perspectives intéressantes pour la détection systématique de mouvements de terrains (A4P10, application dans le Valais suisse), bien que les résultats soient pour l'instant encore un peu décevants, au contraire des images de mouvement obtenues pour les glaciers rocheux par exemple. La longueur d'onde actuellement utilisée ne permet pas de détecter des mouvements de plus de 2,5cm entre 2 images satellite, alors que les vitesses des grands mouvements de versant dans le Valais sont de l'ordre de 10 cm/ an. Les évolutions futures, en terme de longueur d'onde utilisable ou de diminution du coût des images (fréquence plus grande d'obtention des clichés) incitent à poursuivre les recherches sur cette méthode, qui permet de couvrir des surfaces importantes de manière très précise. Il n'est toutefois pas question en l'état d'accepter le projet de produits finis de type carte de risque que voudrait proposer l'Agence Spatiale Européenne.

### Propagation

Le mouvement de versant de Bosmatto a fait l'objet d'une étude de propagation par 6 différentes méthodes empiriques et statistiques de la littérature (A4P9). La carte de propagation résulte de l'enveloppe maximale des 6 résultats en terme d'extension latérale et longitudinale. Là encore les données en profondeur sur la zone en mouvement manquent pour élaborer un modèle déterministe de propagation.

Sur l'itinéraire routier du Val de Cogne (**A4P1**), la carte de danger réalisée grâce à la méthode Matterock intègre la caractérisation à la fois de l'aléa et de la propagation. Le long de cette infrastructure linéaire, les chutes de blocs et éboulements étaient fréquents, entraînant à plusieurs reprises des poursuites judiciaires. L'objectif de l'Assessorat du Territoire RAVA a donc été de remplacer les interventions ponctuelles après un événement par une politique globale de prévention. Une recherche sur les méthodes utilisées dans l'arc alpin a mené à une collaboration étroite autour de la méthode Matterock avec le Crealp, qui a assuré la formation des géologues valdôtains (2 saisons de terrain, pour l'essentiel sur la route régionale de Cogne).

### Enjeux

Les enjeux sur le territoire de la vallée d'Aoste concernent deux aspects principaux :

- La permanence de l'accès à certaines vallées à vocation touristique, desservies par une route unique : Cogne (**A4P3**), Gressoney (**A4P9**) ;
- Le maintien en sécurité des populations dans les villages exposés (Bosmatto, Pollein).

## 3. Suivi / surveillance

La plupart des sites présentés lors de cet atelier font l'objet d'un suivi manuel et / ou automatique.

Sur la route régionale de Cogne, à Pont-d'Ael, l'accélération des déplacements observée sur un bloc rocheux instrumenté a mené à son minage à l'explosif (voir § 4.1 Mesures de protection) .

### Mesures de suivi

Le mouvement de masse de Citrin est également suivi par SAR terrestre (**A4P7**) : une équipe de chercheurs de l'Université de Florence a développé un prototype mobile, actuellement testé et utilisé sur plusieurs sites dont celui-ci, où des mesures sont réalisées 2 à 3 fois par an. L'appareil est composé de 2 antennes de fréquence 6 GHz, installées sur rails, et du système d'acquisition installé dans un caisson stabilisé en température. L'ensemble doit être fixé sur une base très stable car les mouvements de l'appareil ne sont pas dissociables de ceux de l'objet cible. Les variations atmosphériques (pression, température et humidité de l'air) sur le parcours de l'onde sont corrigées d'une série de mesures à l'autre à partir de réflecteurs naturels considérés comme stables ; de même les mesures sont généralement réalisées de nuit car l'air est plus calme, peu perturbé par la circulation routière.

Les résultats sont rendus sous forme de carte de déplacements (Précision < 1 mm si l'ambiguïté est inférieure à 2.5 cm) ; ils peuvent aussi être associés à un MNT et / ou à une photographie pour offrir une image du terrain en mouvement.

Le prix de l'instrumentation est estimé autours de 200 Keuros, mais il s'agit d'un prototype qui a nécessité trois ans de calage ; un modèle devrait être mis sur le marché aux environs de 130-150 K.euros ; une campagne de mesures se chiffre de l'ordre de 10 Keuros, comprenant une semaine de mesures et deux semaines de traitement.

Pour le suivi de mouvements à l'échelle d'un territoire, l'utilisation à intervalles réguliers de SAR satellitaire reste encore à développer (**A4P10**) .

### Télé-surveillance

Le système de télé-surveillance Eydenet 2 a été développé en RAVA à la suite de l'alluvion d'octobre 2000 (**A4P8**). Il fait partie des trois systèmes évalués dans le cadre du projet Interreg IIIA RiskYdrogeo (**A4P13 et Activité 3**). En provenance de 4 sites (Becca di Nona, Citrin, Bosmatto, Vollein), des mesures extensométriques, GPS et météorologiques, enregistrées toutes les heures ou 6/12 h, sont transmises par radio et modem (selon les sites équipés) jusqu'au centre d'acquisition à Synthèse pilotée par PGRN

Aoste. Toutes les mesures de déplacements sont réalisées en surface. Pour aller plus avant dans la connaissance du phénomène, des mesures en profondeurs seraient nécessaires (inclinomètres) ; elles sont envisagées dans quelques cas.

Les données sont traitées « en temps réel » (discussion autour de cette notion) et interprétées en 4 catégories, normale, pré-alerte, alerte et dysfonctionnement (alerte technique indiquant un problème d'acquisition).

### Seuils d'alerte

Des seuils de pré-alerte et alerte ont été établis, pour la plupart sur la base des mesures de réactivation de mouvements enregistrés lors de l'épisode d'octobre 2000 pour les sites déjà instrumentés alors. Ils restent toujours réajustables en fonction de l'évolution du phénomène.

Si la vitesse de déplacement sur 24h dépasse un des seuils et que la mesure répétée une heure plus tard le dépasse à nouveau, l'alarme est déclenchée. Le plus souvent, le responsable de la surveillance organise une visite en hélicoptère sur le site. L'information est transmise par fax à la Protection Civile et aux maires des communes concernées.

En pratique, cette procédure comporte des points faibles, par exemple :

- il faut disposer d'un certain nombre de personnes pour gérer les procédures d'alarmes, (9 au total, voir **Activité 3**, p.29) ; le système de télésurveillance GeSSRI (**A4P13**) inclut l'implication permanente de 12 personnes, joignables entre autre via SMS.
- Les contraintes de visibilité pour le vol hélicoptère, la nuit et en cas de mauvais temps. Les sites sont difficilement accessibles à pied, et la vidéosurveillance s'est avérée également infructueuse.

Des seuils de pré-alerte et alerte pluviométriques, basés sur les prévisions météorologiques, sont également établis pour les sites soumis au risque de lave torrentielle, le problème majeur étant alors le temps de parcours très court une fois la lave déclenchée. En cas de dépassement prévu d'un de ces seuils, un message de pré-alerte / alerte météorologique est alors diffusé dans les communes concernées par le maire, qui juge ensuite de la conduite à tenir.

Sur le site de Chervaz, le suivi des déplacements superficiels, depuis un an, n'a pas encore permis de définir des valeurs de seuils.

La difficulté d'établir ces seuils d'alerte et de proposer une réponse appropriée reste un des points essentiels de la problématique de gestion du risque ; la discussion ouverte autour de ce sujet est toujours délicate avec les responsables techniques, alors que c'est ce qui intéresse en priorité les responsables politiques.

## 4. Gestion du territoire

La gestion du territoire face aux risques hydrogéologiques connaît un éclairage particulier dans la Région Autonome Vallée d'Aoste depuis l'épisode pluvieux d'octobre 2000, qui a intéressé simultanément la plus grande partie du territoire. Suite aux études réalisées sur les mouvements de terrains, activés ou réactivés à cette occasion, et à la surveillance mise en place, des travaux de protection ont d'une part été engagés, des mesures de prévention d'autre part élaborés, au sein d'une réflexion globale amorcée sur le sujet (*politique, sociale, technique*).

### 4.1. Mesures de protection

Pour la mise en sécurité de la route régionale de Cogne face aux chutes de pierres / éboulements et laves torrentielles (+ avalanches), tout un éventail de travaux a été réalisé, de la purge aux filets haute capacité et aux casquettes (**A4P3**, avec mention du coût des ouvrages), conformément aux préconisations incluses dans la carte de dangers réalisée (**A4P1**). La contrainte majeure a tenu à la période de travaux très limitée compte tenu des saisons touristiques estivale et hivernale (la RAVA Synthèse pilotée par PGRN

a ouvert toutes les routes régionales pour le commencement de la saison de ski, le 8 décembre 2000). Les dégâts liés aux pluies d'octobre 2000 ont nécessité d'abord la réalisation rapide d'ouvrages provisoires pour rétablir la circulation, les ouvrages définitifs étant planifiés par la suite. Au niveau de Pont d'Ael (p.16-17) la réalisation de la digue en béton armée prévue dans la pente a été rendue difficile par la déstabilisation des terrains de surface consécutive aux travaux (ancrages profonds nécessaires).

Un pan de falaise instable, suivi en déplacement, a nécessité un minage à l'explosif au vu de l'accélération mesurée (p.17-18 + vidéo du minage disponible auprès de M. Pasqualotto).

Un itinéraire de déviation de la route est actuellement en cours d'étude. Le choix du parcours retenu se fait sur la base d'une grille d'évaluation (p.24-28).

Suite aux importants dégâts, matériels et humains, causés par les laves torrentielles d'octobre 2000, les communes de Bosmatto (Gressoney) et Pollein ont fait l'objet de gros aménagements de leurs torrents respectifs, le Letze et le Comboé. Sur la première un ensemble comprenant un chenal, des digues en terre, des barrages filtrants et une plage de dépôt, susceptible de stocker 150-200 000 m<sup>3</sup> de matériaux, a été dimensionné à partir d'un modèle d'automates cellulaires (A4P12), pour un coût total de 3,5 millions d'euros. L'emprise de l'ouvrage s'étend à l'intérieur même du village, le pied des digues jouxtant certaines habitations. Dans le second cas, une série de trois barrages filtrants a été dimensionnée pour résister au débit de crue observé en octobre 2000 (A4P11) et accumuler un volume de gros blocs de 50 000 m<sup>3</sup> ; le coût s'élève à 8 millions d'euros. L'ampleur du montant de ces travaux est discutée ci-après.

#### 4.2. Mesures de prévention

##### Cartographie et mesures d'urbanisme

73% des communes de RAVA disposent aujourd'hui d'une carte approuvée concernant les dangers liés aux mouvements de terrain, soit davantage que pour les inondations ou les avalanches (A4P14). Ces cartes classifient les terrains en trois niveaux de danger, élevé, moyen et faible, définis par la loi régionale n°11 du 6 avril 1998 (A4P14), loi qui précise par ailleurs les interdictions, prescriptions et possibilités de construire dans chacune des zones. La loi régionale n°5 du 18 janvier 2001 définit quant à elle les règles administratives pour intervenir sur les zones sinistrées par des phénomènes hydrogéologiques.

Pour la validation des cartes de danger, la concertation avec la population de la commune concernée n'est pas toujours engagée (la loi ne le prévoit pas), car les pressions individuelles exercées sur le maire peuvent être fortes. De même, la carte une fois approuvée n'est pas systématiquement présentée officiellement à la population. En France cette concertation est beaucoup plus fréquente, systématique dans certains départements. En Suisse, seuls les plans d'aménagement sont mis à l'enquête publique. Ces plans tiennent compte des cartes de dangers mais ces dernières n'ont pas force de loi.

##### Scénarios

Sur le site de Chervaz, les 4 scénarios envisagés concernent l'évolution possible du mouvement (A4P5 p.15), lent ou rapide, profond ou superficiel, sans possibilité d'en privilégier un tant qu'il n'y a pas de mesures de déplacement en profondeur ; aucune préconisation particulière n'est proposée outre la poursuite de la surveillance.

Sur le site de Citrin, l'étude hydraulique a pris en compte différents scénarios de formation de barrage consécutif à l'éboulement potentiel, avec inondation de la vallée et rupture brutale.

##### Plan de secours / évacuation

Lors de l'épisode d'octobre 2000, 700 habitants ont été momentanément évacués de la commune de Charvensod (2300 habitants permanents), au débouché du torrent Comboé sous la Becca di Nona. Le témoignage du maire, E. Subet, met en évidence la difficulté de communiquer

avec la population, l'ampleur croissante des rumeurs qui facilitent la panique. La gestion de la crise au village de Bosmatto a été moins problématique du fait du nombre limité d'habitants (90).

Aujourd'hui ces communes, ainsi que celles des différents sites de mouvements de terrains surveillés par le système Eydenet, sont soumises à un plan d'intervention / de protection civile. Celui-ci est élaboré par la commune elle-même, sans validation par la région ; la responsabilité du maire est donc totale. Lorsqu'un même danger menace deux communes, comme l'éboulement de masse de Becca di Nona sur les communes de Charvensod et Pollein, il n'y a pas de véritable mise en commun des deux plans PC, mais la communication et la collaboration sont fréquentes.

A Charvensod, des simulations d'alerte sont réalisées chaque année pour mettre en pratique le plan d'intervention. Le maire regrette que, si la première année les gens se sont sentis très concernés, en 2005 seulement 10% de la population ait participé à la simulation. L'information régulière de la population sur les mesures en cours reste pourtant une priorité. Les prévisions météorologiques sont par exemple affichées tous les deux jours dans la commune, plus fréquemment en cas de pré-alerte sur les précipitations.

En cas d'alerte réelle sur les prévisions météorologiques ou sur les déplacements mesurés, transmise par le centre de traitement du système Eydenet et la Protection Civile, un contact régulier s'instaure entre les maires et les techniciens, mais sans formation de cellule de crise comme dans la pratique française (voir [Atelier 3 Albertville](#)). Le maire peut alors se retrouver dépourvu face à une situation difficile à expliquer aux habitants. Selon le maire de Gressoney, A. Comé, fortement demandeur de retours d'expériences similaires à celle vécue par le village de Bosmatto, il n'est pas possible de déclencher le plan d'intervention à chaque fois (dernier exemple en septembre 2005, alerte sans déclenchement du plan).

### Déplacement de la population

La loi régionale n°11 du 24/06/2002 permet dans certains cas l'expropriation des habitants de zones à risque en RAVA, mais elle est très peu utilisée, malgré la lourdeur des investissements de travaux de protection et la difficulté de mise en place des plans d'évacuation discutés ci-avant. La principale raison évoquée est que la plus grande partie du territoire est sujette à des risques naturels, mouvements de terrain, inondations ou avalanches.

### **Discussion**

Le coût des travaux de protection engagés sur les torrents de Letze et Comboé (communes de Gressoney St Jean et Pollein / Charvensod) est jugé extrêmement élevé par les participants français et suisses, d'autant que le risque résiduel n'est pas clairement affiché. Dans les deux cas, les travaux de protection concernent le risque de lave torrentielle. A la question posée de savoir s'ils se justifient encore en prenant en compte le risque d'éboulement en masse à l'amont du torrent (respectivement 5 millions de mètres cubes à Bosmatto, 2 millions pour Becca di Nona), la réponse apportée est que leur probabilité d'occurrence est jugée suffisamment faible face à celle des laves torrentielles. A Bosmatto, où la population permanente est peu nombreuse, le rapport enjeu / coût de l'ouvrage est fortement augmenté par l'enjeu touristique que représente l'accès à la vallée de Gressoney et le risque de barrage du torrent principal de vallée en cas d'apport de matériaux par le Letze.

Dans le canton du Valais, la politique actuelle est plutôt de privilégier des solutions de surveillance (ou autre) lorsque les travaux de protection dépassent 1 million d'euros ; en France la loi Barnier facilite l'expropriation des habitants lorsque le rapport enjeu / coût des travaux devient trop faible.

Selon l'Assessorat du Territoire en RAVA, l'ampleur des investissements réalisés est rendue nécessaire par la forte augmentation des problèmes juridiques, avec mise en examen des « responsables ». La notion de risque acceptable n'est pas intégrée par les magistrats italiens, au contraire de la tendance générale en Suisse, où les responsables locaux et techniques semblent davantage couverts par une hiérarchie plus directe (réfèrent commun pour tous les risques géologiques = géologue cantonal). La population elle-même semble dans le Valais plus consciente



de cette notion de risque, peut-être mieux ancrée culturellement. En RAVA, ainsi qu'en Région Rhône-Alpes, la population des zones de montagne a connu un important brassage, avec l'installation massive de résidents non porteurs de la « culture montagne ».

Comme souligné par M. Goueffon (RTM, France), cet état de fait implique de parfaitement définir dans les textes les phénomènes de référence, c'est-à-dire l'intensité et / ou la période de retour (ou probabilité d'atteinte) contre laquelle les mesures de protection / prévention sont prévues. Dans le cas des éboulements / éboulements de masse, cette notion de phénomène de référence est plus délicate que dans le cas des crues (crue décennale, centennale)

Références des études et de la documentation concernant les mouvements de terrain traités pendant l'atelier, disponibles dans les bureaux du Département du Territoire, de l'Environnement et des Ressources Hydriques de la RAVA :

*RAVA-ATAOP-DTA-DBMDS- = Regione Autonoma Valle d'Aosta. Assessorato Territorio, Ambiente e Opere Pubbliche – Dipartimento Territorio e Ambiente – Direzione Bacini Montani e Difesa del Suolo*

RAVA-ATAOP-DTA-DBMDS- Studio del movimento franoso che interessa il versante nord-occidentale della Becca di Nona - Enel.Hydro (2000).

RAVA-ATAOP-DTA-DBMDS-. Studio del movimento franoso di Comba Citrin – Hydrodata S.p.a. (2002).

RAVA-ATAOP-DTA-DBMDS- – Servizio Difesa del Suolo. Opere di protezione del torrente Comboué dal rischio di sbarramento da frana (Loc. Ponteille – Comune di Charvensod) – Spea Autostrade (2000).

RAVA-ATAOP-DTA-DBMDS- Comune di Chambave. Studio sul movimento franoso di Chervaz. – GEODATA (2002).

RAVA-ATAOP-DTA-DBMDS-. Studio del movimento franoso che interessa il bacino del torrente Letze in località Bosmatto, comune di Gressoney-Saint-Jean. Relazione geologica e geomorfologica. – Enel.Hydro (2002).

RAVA-ATAOP-DTA-DBMDS- Servizio Difesa del Suolo.Fenomeno franoso in località Vollein – Nota interna (2000).

RAVA-ATAOP-DTA-DBMDS- Servizio Difesa del Suolo. Opere di consolidamento e di protezione del nucleo abitato di Bosmatto sulla frana di Mussolier – Ing. G. Bethaz, Geol. S. De Leo, Geom. D. Verando (2002).

RAVA-ATAOP-DTA-DBMDS-. Sistemazione idraulico-forestale del torrente Comboué nei comuni di Pollein e Charvensod – Dott. For. I. Cerise, Ing. S. Pallu (2000).

**Atelier 4. Récapitulatif des sites de mouvements de terrain présentés et de leurs principales caractéristiques**

Site : nom courant du mouvement de terrain et commune de localisation ; les sites visités lors de l’atelier sont indiqués en gras ; P1, P2... renvoie aux documents correspondants disponibles en annexe ; le numéro entouré renvoie à la localisation sur la carte **Figure 5.4.1**).

Abréviations utilisées :

ébt. : éboulement

mvt : mouvement

Glisst = glissement

l. torr = lave torrentielle

M = million

géol : géologique

géomorpho : géomorphologique

géotech : géotechnique

vol = volume

vit = vitesse

prof = profondeur

Superf = superficiel (le)

rep = repère

GPS = Global Positioning System

Extenso = extensomètre

SAR = Syntetic Aperture Radar

Topo= topographique

météo = météorologique

Site	Evènement	Dégâts	Enjeu	Etude	Surveillance	Document réalisé	Protection/Alerte
<b>Route Régionale de Cogne</b> <b>A4P1, A4P3</b> ①	Chutes de blocs et ébt fréquents		desserte de la vallée touristique de Cogne ( <b>A4P3</b> , p.4-6)	Etude de danger sur l’itinéraire par la méthode Mattterock ( <b>A4P1</b> )		Carte de danger	digues, prolongements de tunnels ; Minage d’un bloc rocheux Tunnel de déviation ( <b>A4P3</b> , p.7-12)
Mvt de versant de Chervaz, (Chambave) <b>A4P5, A4P4p.15-16</b> ②	Oct 2000 : réactivation d’un grand mvt de versant (1,2 M m <sup>3</sup> ), avec mvt superf dont l. torr. et mvts profonds.	Ouverture de crevasses, escarpements ; sentier décalé en plusieurs endroits.	Villages et hameaux dans le glisst et en aval	Etude géologique + campagne géophysique ; Cartes thématiques avec paramétrage des facteurs d’instabilité ; Modélisation numérique du mvt.	11 rep GPS rep topo mesure d’ouverture de fractures Station météo => mvt qq cm / an ( <b>A4P4</b> p.15, <b>A4P5</b> p.18-20) 3 extenso.à fil + station	Modèle 3D du versant avec scénarios d’évolution du mvt.	<i>Seuils d’alerte en cours de définition.</i>
<b>Ebt de masse de Citrin, commune de St Rémy en bosse</b> <b>A4P6, P7, P4 p5-13, P8 p.13-20</b> ③	Oct 2000, réactivation d’un mvt de versant rocheux (1,5M m <sup>3</sup> ), ebt et glisst (prof. 10-20m) alimentant l. torr.	L tor.	Village de Cerisey  Barrage du torrent Artanavaz	Etude géol., géomorpho. Photointerprétation multitemporelle 7 profils sismiques réfraction ⇒ Vol mobilisable, vitesse de propagation ⇒ Simulation hydraulique	météo avec télétransmission des données (A4P8) 8 rep GPS manuels  SAR 2x/an ( <b>A4P7, P8</b> )  Voir <b>Site pilote 4</b>	Carte des scénarios d’évolution ; Temps de propagation jusqu’au torrent estimé 2’20’’ ; Scénarios de barrage avec rupture ( <b>A4P6</b> p.33-41)	<i>Seuils de préalarme et alarme basés sur les précipitation (temps de retour, P6p.50-53) plus que sur les mvts car temps de propagation trop court.</i>

Site	Evènement	Dégâts	Enjeu	Etude	Surveillance	Document réalisé	Protection / Alerte
<b>Ebt de masse de Becca di Nona</b> , communes de Pollein et Charvensod, P4p.16-23, P8p.5-7, P11 ④	Réactivé en oct 2000, mvt global 2M m <sup>3</sup> avec ébt d'une partie de la masse, qui engendre une l.torr. charriant 375 000 m <sup>3</sup> de mx, dont 55 000 m <sup>3</sup> de très gros blocs (photos <b>A4P11</b> )	L.torr sur les communes de Pollein et Charvensod  5 morts, maisons détruites.	Villages de Pollein et Charvensod	Etude geol, géomorpho, géotech.	Suivi depuis 1998 4 extenso à fil 2 stations GPS automatiques 1 station météo avec télétransmission des données ( <b>A4P8</b> )  7 rep GPS manuels  Voir <b>Site pilote 2</b>	Cartes de risque approuvée sur les deux communes, avec zones de danger élevé inconstructibles. Courbes d'évolution des mvts ( <b>A4P4</b> p.21-22)	Travaux d'aménagement du torrent, 3 barrages filtrant + canal (P11)  <i>Seuil de préalerte sur les prévisions météo ; Préalerte, alerte selon des valeurs seuils établies d'après les mvts (P8) enregistrés en oct 2000. =&gt; plan d'évacuation sur les 2 communes.</i>
Glisst de Vollein, Commune de Quart, P4p.29-34 P8p.21-24 ⑤	Glisst. activé en oct 2000, 2-4 cm/an, 3,5M m <sup>3</sup> , prof. 55m.	L. torr. sur la commune de Nus	Chef lieu de la commune de Nus, Route nationale, chemin de fer	Prospection sismique ( <b>P4</b> p.30) Etude geol, géomorpho. En prévision laserscanner et SAR satellitaire	16 rep topo suivis par station totale + station meteo avec télétransmission des données 8 rep GPS manuels Voir <b>Site pilote 5</b>	Courbes d'évolution des déplacements	<i>Seuil de préalerte sur les prévisions météo ; Préalerte, alerte selon des valeurs seuils établies d'après les mvts enregistrés en oct 2000.</i>
Mvt de versant de Bosmatto, commune de Gresoney St Jean. P4p.25-28, P8p.9-12, P9, P12 ⑥	5M m <sup>3</sup> , réactivé en oct 2000 avec alimentation d'une lave tor. transportant un volume solide de 200 000 m <sup>3</sup> .	Route régionale coupée, 1 maison détruite, habitations endommagées. (photos <b>A4P12</b> )	Village de Bosmatto, accès à la vallée touristique de Gresoney. Barrage du torrent Lys	Etude geol, géomorpho, géotech, dendrochronologie, photogrammétrie. Etude hydrologique et prévision de débit de crue ( <b>A4P12</b> p.9-10). Analyse de la propagation ( <b>A4P9</b> )  En prévision : sismique réflexion et extensomètres	2 stations GPS automatique + 1 station météo, télétransmission des données (P8) 8 rep GPS manuels  Voir <b>Site pilote 3</b>	Carte de propagation de l'ébt avec scénario de barrage du torrent aval. Cartes de risque approuvée, zones de danger élevé inconstructibles. Courbes d'évolution des mvts ( <b>A4P4</b> p.27-28)	Travaux d'aménagement du torrent, barrages filtrant + plage de dépôt ( <b>A4P12</b> )  <i>Seuil de préalerte sur les prévisions météo ; Préalerte, alerte selon des valeurs seuils établies d'après les mvts enregistrés en oct 2000 (<b>A4P8</b>).</i>