

GUARDAVAL : la télésurveillance appliquée à la gestion des risques naturels en milieu alpin

DÉLÈZE J.-Y.; ORNSTEIN P.; ROUILLER J.D.

CREALP, Centre de recherche sur l'environnement alpin, Rue de l'Industrie, 45, CH 1951 Sion
jean-yves.deleze@crealp.vs.ch

Abstract

Over recent past years, remote monitoring system for landslides surveying has become a part of the management strategy for landslide risk mitigation. The integration of such a system with the Internet for monitoring network management and configuration part as well as for visualization and diffusion part provides a unified view of monitoring results for planners, engineers and decision makers. In 2001, the CREALP has been charged by State of Wallis of developing and implementing the GUARDAVAL remote monitoring system. Since its implementation in 2003, the system has been used successfully in a variety of applied case-studies.

Résumé

Avec la généralisation des systèmes d'acquisition automatique de mesures apparaît la nécessité croissante de gérer de gros volume de données, d'avoir un accès permanent à l'information et de disposer de systèmes d'alertes fiables. En situation de crise, ces impératifs sont déterminants pour disposer d'une connaissance précise de la situation et évaluer le risque en temps réel. Dans le canton du Valais, plus de 200 sites instables ont été recensés. Depuis plus de 10 ans, les sites les plus menaçants pour les zones habitées et/ou les infrastructures sont sous surveillance régulière ou continue. Il y a 2 ans, le canton du Valais a décidé de se doter

d'un système de télésurveillance permettant d'assurer la supervision automatique et à distance des sites les plus actifs. Cet outil, mis en exploitation depuis l'automne 2003 à la faveur de plusieurs cas d'étude, a démontré sa fiabilité et son efficacité dans la gestion des risques naturels en milieu alpin.

Keywords: *remote monitoring, landslides, risk mitigation*

Mots-clés: *télésurveillance, instabilités de terrain, mitigation du risque*

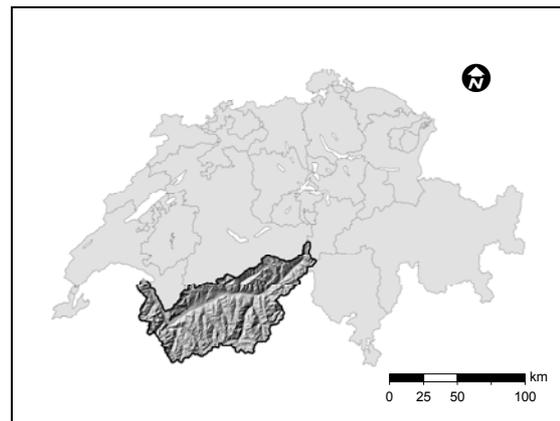


Figure 1. *Situation du Canton du Valais (Suisse)*

INTRODUCTION

Situé au cœur de l'arc alpin, le canton du Valais (5225 km²) est parcouru d'Est en Ouest par la vallée du Rhône qui s'étend sur près de 150 km du glacier du Rhône jusqu'au lac Léman (Fig. 1). Sur cette vallée principale débouchent plus d'une vingtaine de vallées latérales très habitées et pour la plupart fortement encaissées. Le Valais est notamment réputé pour ses grandes stations touristiques (Zermatt, Saas-Fee, Verbier et Montana-Crans). En période de haute activité touristique sa population est augmentée temporairement de plus d'un tiers. Sa position au cœur des Alpes en fait un axe de transit commercial et touristique N-S privilégié. La plupart des voies d'accès aux vallées latérales sont exposées suivant la saison à différents types de dangers naturels (avalanches, chutes de pierres, glissements de terrain, laves torrentielles). Comme l'a souligné le Pr. D. Cruden (University of Alberta) lors de son passage en Valais en 2001, ce canton a la particularité d'offrir sur une territoire restreint, la panoplie quasi-complète des risques naturels associés aux régions de montagne.

LE VALAIS ET LA SURVEILLANCE DES SITES INSTABLES

A ce jour, une cinquantaine de sites instables actifs sont recensés en Valais. La majorité de ces sites menacent directement le réseau routier qui s'étend sur plus de 2'000 km. Une vingtaine de sites font l'objet à ce jour d'une surveillance régulière ou continue. Celle-ci porte principalement sur des falaises rocheuses et des glissements de terrain superficiels. Ce monitoring est réalisé au travers de stations de mesures automatisées avec télétransmission (liaison GSM) et équipées de différents types de capteurs physiques (météorologiques, extensométriques, hydrométriques, etc.) qui peuvent être combinés selon les besoins.

LE CONCEPT GUARDAVAL

Jusqu'à tout récemment ces stations de surveillance étaient interrogées manuellement au gré des besoins et/ou du contexte hydro-météorologique. Les intempéries qui ont paralysé le Valais en octobre 2000 (inondations dans la vallée du Rhône, laves torrentielles, éboulements et glissements superficiels en série avec perte en vies humaines) ont révélé les faiblesses de ce dispositif. En effet, en situation de crise, les informations doivent être rapatriées avec des pas de temps très resserrés (≤ 1 h.). Avec le schéma initial, cette contrainte impliquait énormément de temps passé pour la récupération et le traitement des données et nécessitait par ailleurs la mobilisation un opérateur 24/24h. L'expérience de l'automne 2000 ayant clairement démontré la nécessité de se doter d'un outil permettant d'assurer une gestion automatisée des stations de mesure, le canton du Valais a mandaté le CREALP pour développer un système de télésurveillance permettant i) d'assurer la supervision à distance et en continu d'un réseau d'une trentaine de stations de mesures, ii) de générer et de diffuser automatiquement des alarmes à partir de seuils prédéterminés et paramétrables pour chaque capteur. Par ailleurs et afin de garantir un accès permanent aux données, impératif déterminant en période de crise pour évaluer la situation en temps réel, le système devait être conçu pour offrir aux spécialistes 'métier' ainsi qu'aux responsables cantonaux la possibilité d'accéder on-line via Internet aux informations fournies par les stations de surveillance.

Architecture du système

Développé depuis près de deux ans, GUARDAVAL est un système de télésurveillance permettant le monitoring à distance de stations de mesure automatisées avec télétransmission et équipées de différents capteurs physiques (extensométriques, météorologiques, hydrométriques, etc.). D'un point de vue fonctionnel, le système qui bénéficie d'une architecture modulaire, intègre différents composants à savoir (Fig. 2) :

- Un module d'acquisition permettant la récupération automatique des mesures via une liaison GSM selon des pas de temps prédéfinis et paramétrables pour chaque station.
- Une base de données relationnelle permettant un archivage et une gestion centralisée des données acquises par les différentes stations supervisées par le système.
- Un module de gestion qui, après analyse automatique des mesures entrantes, permet l'activation et la diffusion automatique d'alarmes via Fax, SMS, email.
- Un portail Internet permettant, via un accès réglementé, la consultation on-line des données sous forme tabulaire et/ou graphique ainsi que l'administration du système (configuration des stations, paramétrage des capteurs, initialisation des seuils d'alarmes, gestion des listes de diffusion des alarmes, gestion des comptes utilisateurs, etc.).

Plateformes de développement

Les plateformes de développement retenues pour GUARDAVAL privilégient l'utilisation d'outils Open Source. Les raisons qui ont porté vers ce choix sont l'évolutivité, la portabilité, la simplicité de mise en œuvre ainsi que la disponibilité de librairies spécialisées (génération de graphes ou de fichiers PDF, librairies graphiques). Le portail Internet repose ainsi sur le couple Apache HTTP Server et PHP, tandis que la gestion des mesures est réalisée au travers d'une base de données MySQL. Le système est actuellement testé sur les systèmes d'exploitation Linux (plateforme de test pour le portail Internet) et Microsoft Windows. Les modules de communication sont développés via l'environnement de programmation graphique LabView de National Instruments.

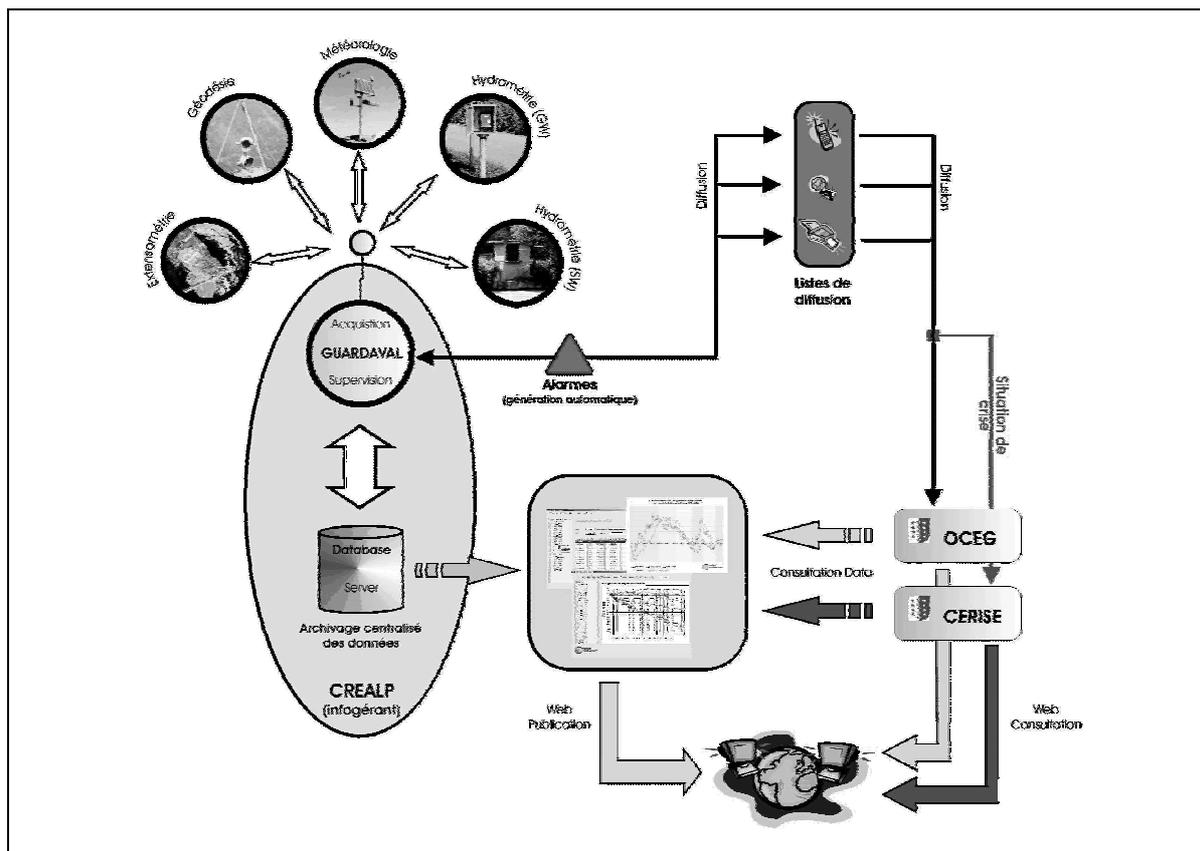


Figure 2. Schéma synoptique de l'architecture du système GUARDAVAL

EXEMPLES D'APPLICATION

Depuis l'automne 2003, un prototype opérationnel de GUARDAVAL a été mis en exploitation au travers de différents cas d'étude appliqués.

Veille hydro-météorologique

Comme c'est aussi le cas pour le sud de la France, les fronts chauds et humides en provenance de la Méditerranée constituent pour le Valais d'importants facteurs de risque de crue et d'inondations notamment en début d'automne (intempéries de 1987, 1993 et 2000). Alors que les bassins d'accumulation hydroélectriques situés au fond des vallées latérales pourraient être mis à profit pour écrêter les crues générées par ce type de scénario météorologique, c'est précisément à cette période qu'ils atteignent leur cote maximale de remplissage. En situation d'alerte météorologique, la connaissance en temps réel de l'état de remplissage des bassins d'accumulation et de la capacité de turbinage des principaux aménagements hydroélectriques sont des informations déterminantes pour gérer les prémisses de la crise. Notamment pour décider d'une vidange partielle des retenues à titre préventif dans les heures qui précèdent la crue annoncée. A ce titre et comme le montre la figure 3, GUARDAVAL constitue depuis 2003 une des composantes du réseau de veille hydrologique mis sur pied par la cellule scientifique de crise CERISE, organe cantonal chargé de la prévention et de la gestion du risque potentiel en cas de crues.

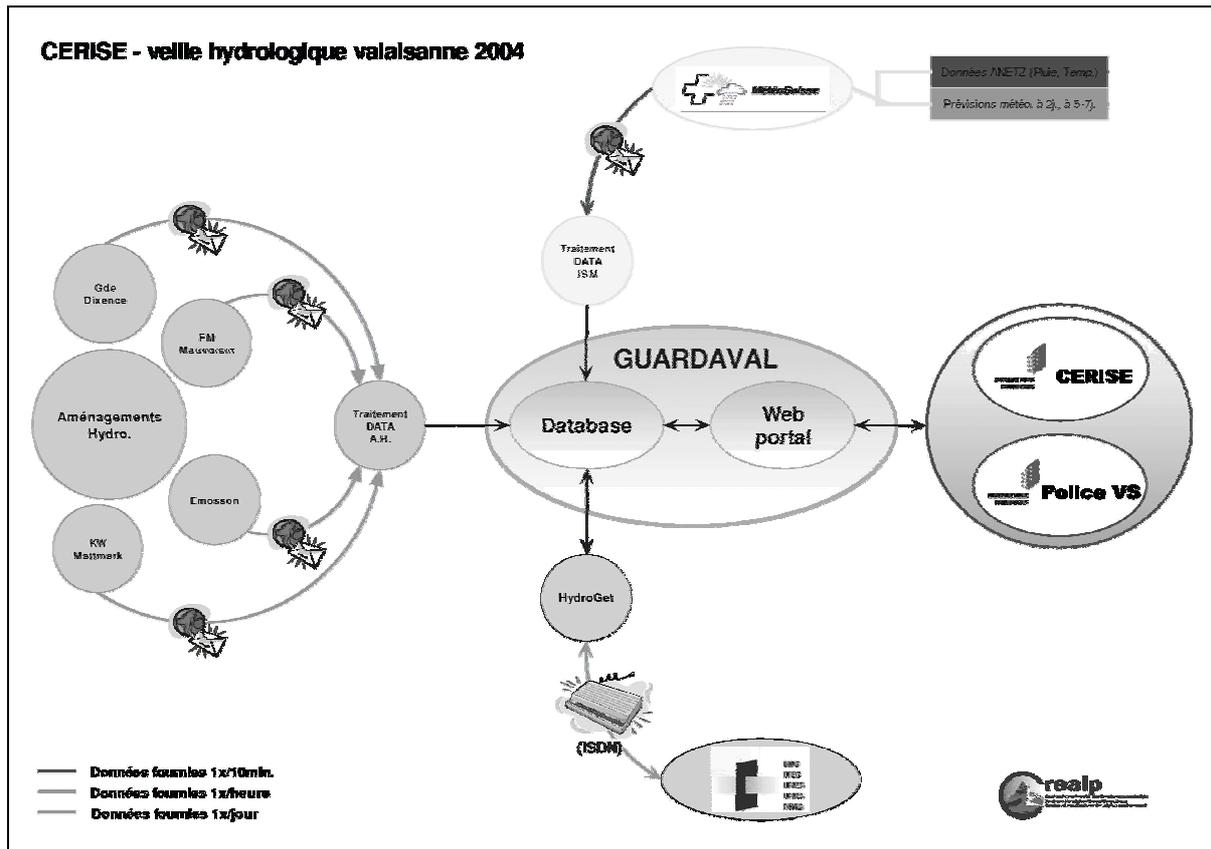


Figure 3. Schéma de l'organisation cantonale de prévention des crues et inondations (Valais, Suisse)

Falaise de Rudewand

Le village de Gondo se situe à proximité immédiate de la frontière italienne, à environ 20 km au SW du col du Simplon. Fin de l'été 2003, une reconnaissance géologique entreprise sur la falaise de Rudewand mettait en évidence l'existence d'une dalle rocheuse instable d'environ 700 m³ à l'aplomb du village (Fig. 4). Préalablement aux travaux de confortement, un dispositif de monitoring regroupant une station de mesure automatisée avec télétransmission (liaison GSM) reliée à 4 extensomètres à piston et à une sonde thermométrique fût installée sur le site avec pour objectif d'assurer le suivi des déplacements du compartiment rocheux y compris lors de la réalisation du chantier d'ancrage (Fig. 5). Durant l'installation du chantier, l'interrogation de la station s'effectue automatiquement toutes les heures. Les données rapatriées et archivées sont automatiquement publiées sur Internet sous formes graphique et tabulaire et mises à disposition des responsables chargés du suivi géologique au travers du portail Web intégré à GUARDAVAL. Pour la réalisation des ancrages, les exigences de mesure sont revues à la hausse, l'objectif étant d'assurer une sécurité maximale notamment pour le personnel intervenant en falaise. Pour atteindre cet objectif, le pas de mesure est resserré au maximum et ramené de 1h. à 10 min. Corrélativement, les mesures récupérées par GUARDAVAL sont automatiquement acheminées via SMS sur le téléphone mobile du géologue chargé d'assurer sur place la surveillance du chantier, garantissant à ce dernier un suivi optimal, en quasi temps réel, du comportement de la masse instable et lui permettant de prendre, le cas échéant, les mesures nécessaires en cas de recrudescence des mouvements.

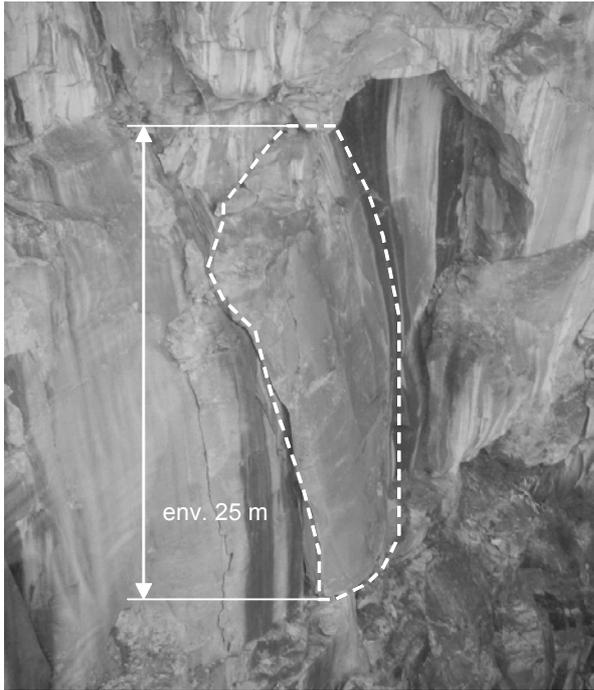


Figure 4. Falaise de Rudewand (Gondo) : position et géométrie du compartiment rocheux instable.



Figure 5. Station de mesure extensométrique avec télétransmission mise en place pour assurer la télésurveillance via Guardaval de la falaise de Rudewand.

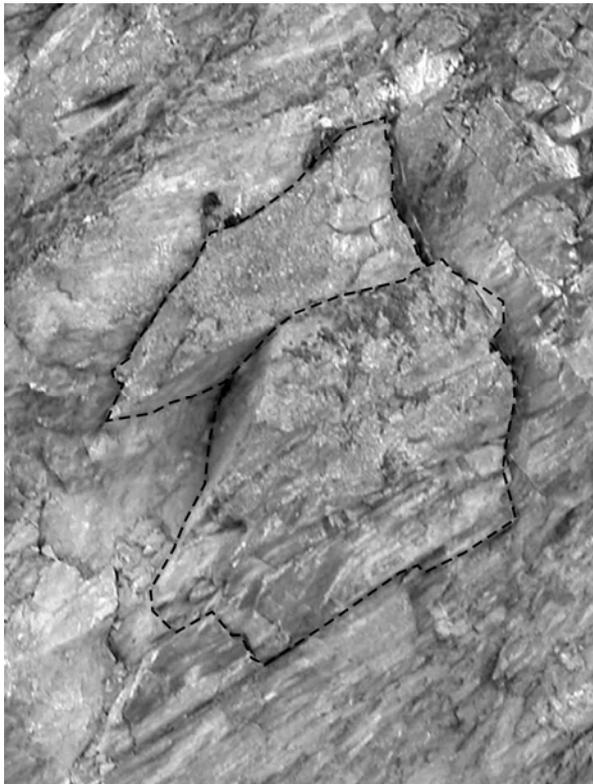


Figure 6. Site de Deibfels : compartiment rocheux instable de 700 m³ menaçant directement le réseau routier et une ligne électrique haute tension.

Eboulement de Deibfels



Figure 7. Station de mesure extensométrique avec télétransmission mise en place pour assurer la télésurveillance via Guardaval du site de Deibfels.

Mi-novembre 2003, un éboulement de 50 m³ atteint la route cantonale menant à la station de ski de Saas-Fee. Un vol de reconnaissance des falaises dominant la route devait permettre d'identifier la source de cette activité de chutes de blocs et constater l'existence d'un reliquat de danger correspondant à un compartiment rocheux désolidarisé d'environ 700 m³ (Fig. 6). Face au risque encouru au niveau de la route en cas d'éboulement et compte tenu de la proximité de l'ouverture de la saison touristique hivernale, le Service cantonal des routes décida d'éliminer cet aléa par minage. Préalablement à la réalisation des travaux d'assainissement de la falaise, le site fût équipé d'un dispositif de surveillance composé d'une station de mesures automatisée, de 5 extensomètres à piston, d'un pluviomètre et d'une sonde de température (Fig. 7). Une semaine après le début du monitoring, un épisode pluvieux significatif (32mm en 72h.) a déclenché la mise en mouvement de la masse rocheuse à raison de 1.5 mm/jour (Fig. 8). Après deux semaines de suivi rapproché au cours desquels GUARDAVAL a notamment permis d'assurer la sécurité des techniciens (foreurs et mineurs) chargés d'intervenir en falaise durant les phases d'installation et de réalisation du chantier, le minage des blocs fût finalement réalisé avec succès le 17 décembre 2003.

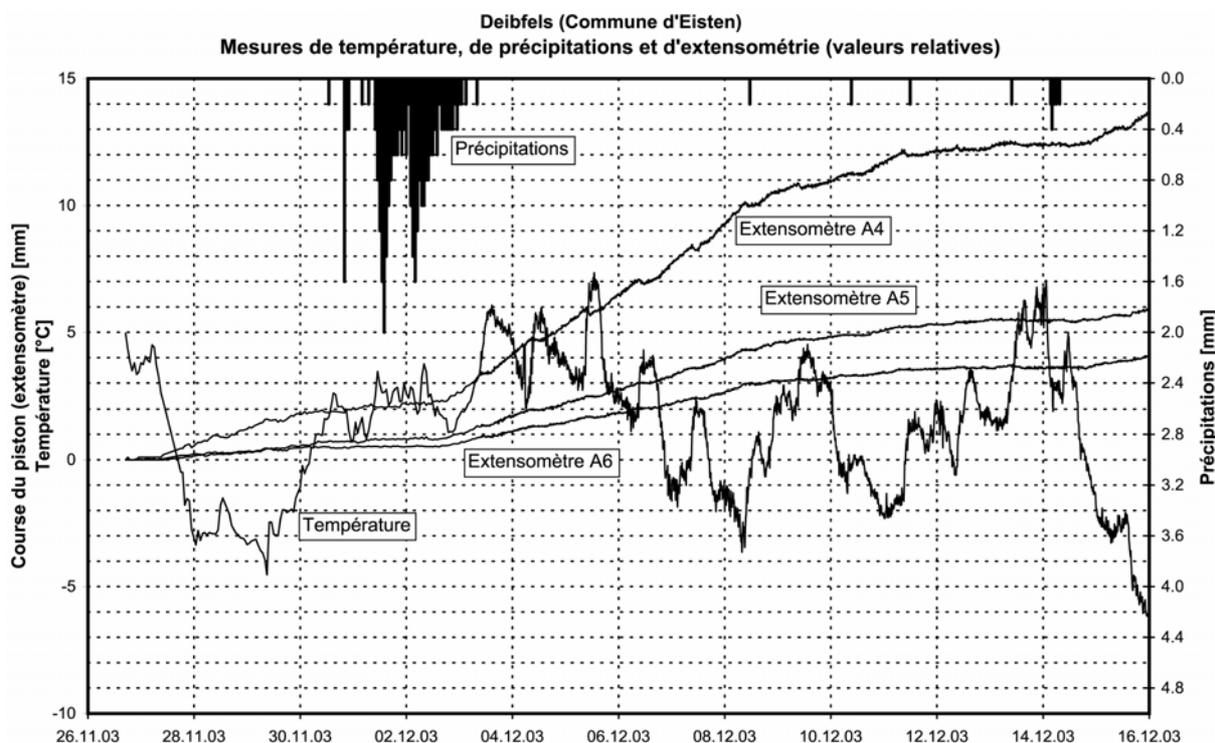


Figure 8. Monitoring du site de Deibfels : évolution des déplacements enregistrés du 27.11 au 17.12.2003 (minage des blocs instables exécuté le 17.12.2003)

Falaise des Trappistes

Fin novembre 2003, un compartiment rocheux de 600 m³ surplombant directement une galerie paravalanche s'est détaché de la falaise des Trappistes et a sectionné l'ouvrage tuant un automobiliste et obstruant la voie montante de la route internationale du Grand-Saint-Bernard. En l'espace de trois semaines la galerie a été dégagée et rendue à la circulation grâce à un assainissement résiduel de la falaise et à la mise en place d'un dispositif de monitoring constitué d'un pool de 17 extensomètres (Fig. 9), d'un pluviomètre et d'une sonde de température reliés à une station de mesure automatisée. Le réseau de surveillance de la falaise est par ailleurs couplé avec un feu de signalisation gérant le trafic à travers la galerie (Fig. 10). En cas de mouvements supérieurs au seuil d'alerte fixé à 0.8 mm/h. la galerie est fermée à la circulation. Cette action est déclenchée automatiquement via GUARDAVAL qui active la mise au rouge du feu de signalisation par SMS. Parallèlement, l'alerte est automatiquement notifiée par email à la gendarmerie cantonale qui la

répercute vers les spécialistes et responsables appelés à statuer sur la réouverture de la galerie à la circulation. Divers tests ont démontré la fiabilité du système. Ce dispositif est appelé à perdurer aussi longtemps que ne seront pas prises des mesures de confortement de la falaise et de renforcement de la galerie, soit à peu près deux ans.

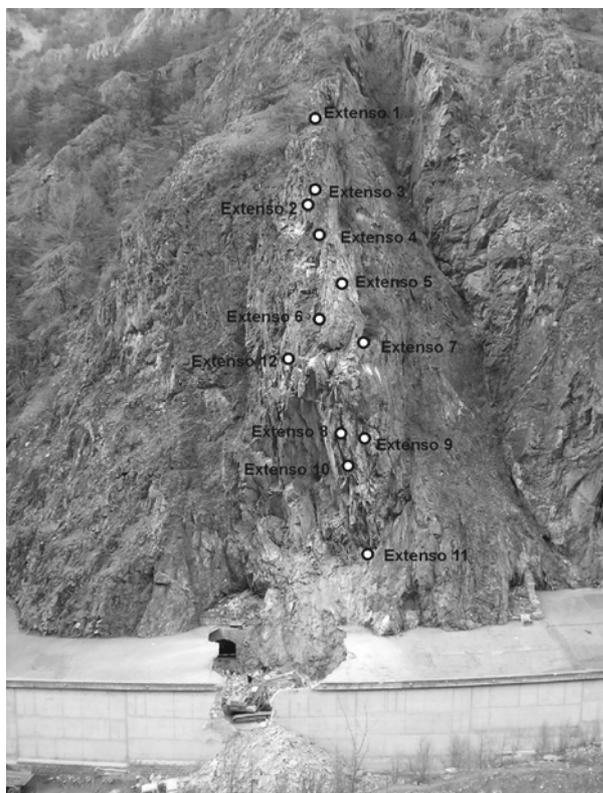


Figure 9. Falaise des Trappistes – état de la galerie paravalanche après l'effondrement d'un compartiment rocheux de 600 m³. Positionnement du réseau d'extensomètres autour de la niche d'arrachement.

Figure 10. Falaise des Trappistes – Feu de signalisation destiné à bloquer le trafic à travers la galerie paravalanche en cas de recrudescence des mouvements rocheux.

CONCLUSION

Bien que pensé à l'origine pour répondre à des problématiques orientées 'Dangers géologiques', Guardaval peut tout à fait de par sa conception être intégré à d'autres environnements de mesure. Les différents exemples d'application au travers desquels ce système a été mis en oeuvre constituent un champ d'expérimentation privilégié et ont permis de valider les développements et les choix technologiques effectués. Un certain nombre d'évolutions sont d'ores et déjà envisagées pour le futur parmi lesquels l'intégration sur les stations de mesure de capteurs GPS et de webcams ainsi que la possibilité de gérer différents modèles d'acquisiteurs de données. A terme, en fonction des progrès réalisés en matière de télécommunications, il est également prévu l'abandon de la liaison GSM au profit de liaisons GPRS ou satellite qui devrait permettre de gérer des sites non couverts par les réseaux commerciaux.

Références :

Rouiller J.-D., Ornstein P., Délèze J.-Y. (2004): GUARDAVAL : un système de télésurveillance adapté aux régions de montagne. GéoQuébec 2004, 57^{ième} Congrès Canadien de Géotechnique, papier G33.996