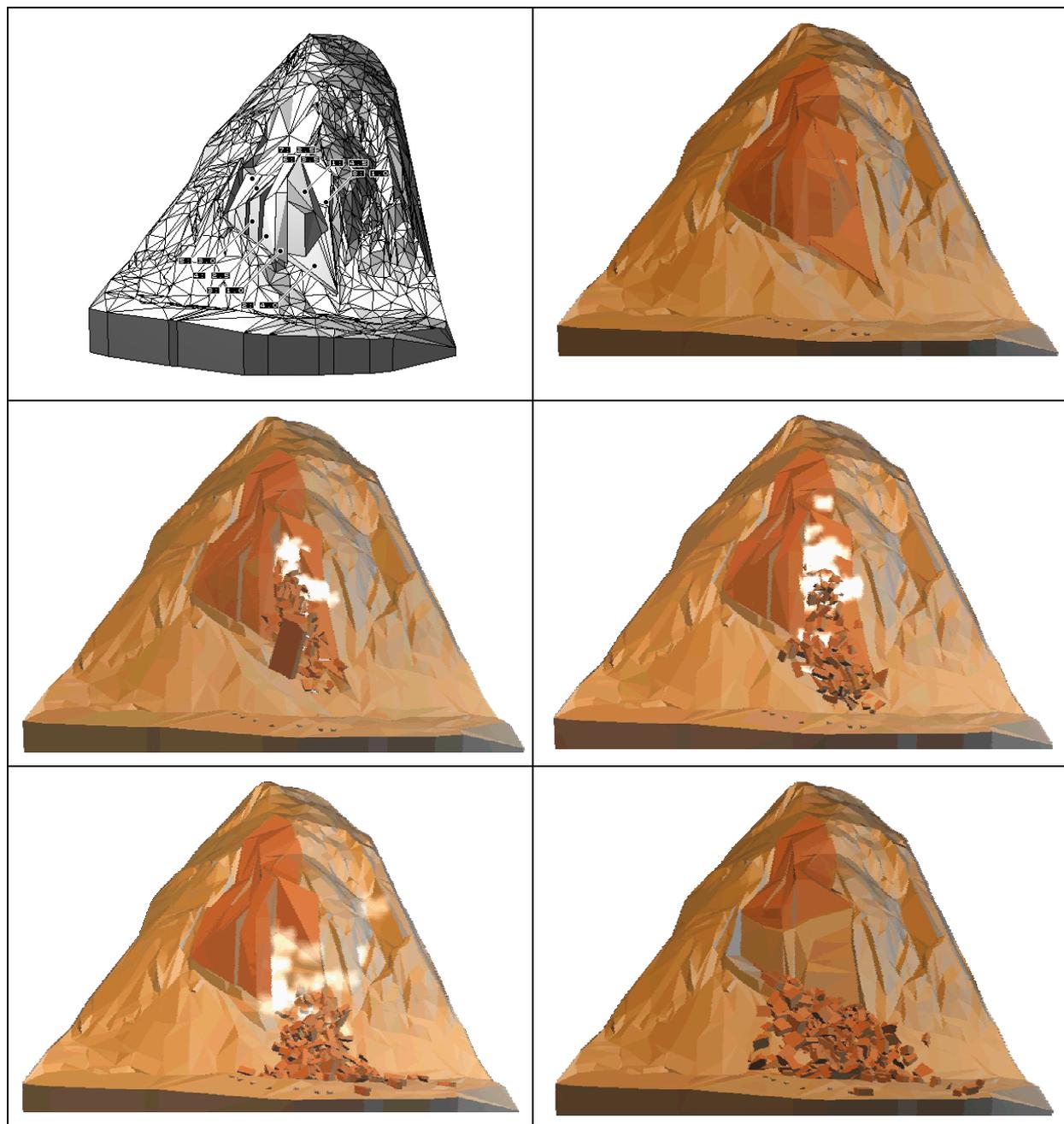


## RAPPORT D'ACTIVITE 2004



Interface du simulateur 3D de l'éboulement de Randa

Le logiciel calcule le fractionnement des compartiments rocheux et la trajectoire des blocs

## CONSEIL DE FONDATION

MM.	Jean-Jacques REY-BELLET, Conseiller d'Etat, PRES. DU CONSEIL DE FONDATION	SION
*	Raphaël MORISOD, ESR SA, VICE-PRESIDENT ET PRES. DU COMITE DIRECTEUR	SION
	Michel DELALOYE, Géologue, SECRETAIRE DU CONSEIL DE FONDATION	SION
*	Gabriel MAGNIN, Ingénieur EPF	SION
*	Henri MASSON, Prof. ELSTE (UNIL-UNIGE)	LAUSANNE
*	Charly WUILLOUD, adjoint chef SFP, DTEE	SION
*	François ZWAHLEN, Prof., Directeur du CHYN	NEUCHÂTEL
	Jean-Daniel ROUILLER, Géologue cantonal, DIRECTEUR	SION
	Dominique BEROD, Dr. Sc., Ingénieur cours d'eau, DTEE	SION
	Pierre-André BONVIN, Avocat	SION
	Alberto CERISE, Assesseur, Région Autonome Vallée d'Aoste	AOSTE
	Gilbert FOURNIER, Délégué universités, DECS	SION
	Bernard HAGIN, ingénieur EPF, Dir. Energie Ouest Suisse	LAUSANNE
	Peter HEITZMANN, Dr. Sc., Directeur adjoint SHGN	BERN
	Georges JOLIAT, chef de service, municipalité de Sion	SION
	Edouard-Henri LANTERNO, Dr. Sc., Géologue	CHENE-BOURG
	Marcel MAURER, Directeur adjoint HEVs	SION
	Rodolphe MOIX, Géologue	SION
	Odilo SCHMID, Géologue	BRIG
	Jean-William SCHROEDER, Dr. Sc., Géologue	GENÈVE
	Alfred SQUARATTI, conseiller municipal, Sion	SION
	Pascal TISSIERES, Dr. Sc., Ingénieur EPF	MARTIGNY
	Raymond VOUILLAMOZ, Dr. Sc., Ingénieur EPF, Lonza AG	VIEGE
	Frédéric ZUBER, Chef de section, DTEE	SION

### DIRECTEUR

M.	Jean-Daniel ROUILLER	SION
----	----------------------	------

### COORDINATEUR SCIENTIFIQUE

M.	Raphaël MAYORAZ	SION
----	-----------------	------

### VERIFICATEURS DES COMPTES

MM.	Jean-Charles LEGER et Théo SUMMERMATTER	SION
-----	---	------

### GESTION ADMINISTRATIVE

	Energie Sion-Région S.A.	SION
--	--------------------------	------

## ABREVIATIONS UTILISEES

<b>AmHydro</b>	Aménagements hydroélectriques (Grande Dixence, Mattmark, etc.)
<b>ARE</b>	Office fédéral de l'aménagement du territoire
<b>BRGM</b>	Bureau de recherches géologiques et minières / Orléans
<b>CEMAGREF</b>	Institut français de recherche pour l'ingénierie, l'agriculture et l'environnement, Grenoble
<b>CERISE</b>	Cellule scientifique cantonale de crise
<b>CETE</b>	Centre d'études techniques de l'équipement - Groupe mécanique des roches, Lyon
<b>CGS</b>	Commission géotechnique suisse
<b>CHYN</b>	Centre d'Hydrogéologie Neuchâtel
<b>COTRAO</b>	Communauté de travail des alpes occidentales
<b>DTEE</b>	Département des Transports, de l'Équipement et de l'Environnement
<b>EDYTEM</b>	Labo Environnement – Dynamiques et Territoires de Montagne - Uni Savoie / Chambéry
<b>ELSTE</b>	Ecole lémanique des sciences de la terre et de l'environnement (UNIL + UNIGE)
<b>EPF</b>	Ecole Polytechnique Fédérale / EPFL-LMR : EPF de Lausanne – Laboratoire mécanique des roches
<b>ESR</b>	Energie Sion-Région SA
<b>FNRS</b>	Fonds national de la recherche scientifique
<b>IUKB</b>	Institut universitaire Kurt Boesch
<b>HEV<sub>s</sub></b>	Haute école valaisanne de Sion
<b>LGIT - UJF</b>	Labo Géophysique Interne et Tectonophysique - Université J. Fourier / Grenoble
<b>LMRS</b>	Labo Mécanique des Roches et Sols de l'EPFL
<b>LIRIGM - UJF</b>	Labo interdisciplinaire recherche Géologie et Mécanique - Université J. Fourier / Grenoble
<b>LORO</b>	Loterie romande
<b>METEO-CH</b>	Service météorologique suisse
<b>OFEFP</b>	Office fédéral de l'Environnement, des Forêts et du Paysage
<b>OFEG</b>	Office fédéral des Eaux et de la Géologie
<b>OFROU</b>	Office fédéral des routes
<b>Pôle grenoblois</b>	Pôle grenoblois d'études et recherches pour prévention des RiskNat
<b>PoliTo</b>	Politecnico di Torino
<b>Projet R3</b>	Projet 3 <sup>ème</sup> correction du Rhône
<b>REGION PACA</b>	Région Provence Alpes et Côte d'Azur
<b>REGIS</b>	Regional Geohydrological Information System
<b>RiskNat</b>	Risques naturels
<b>SECO</b>	Secrétariat d'Etat à l'économie
<b>SFP</b>	Service cantonal des forêts et du paysage, DTEE
<b>SHGN</b>	Service Hydrogéologique et Géologique National, division de l'OFEG
<b>SIA</b>	Société suisse des ingénieurs et architectes
<b>SIG, SIRS</b>	Système d'Information Géographique ou Référée Spatialement
<b>SPE</b>	Service de la protection de l'environnement, DTEE
<b>SRCE-RN</b>	Service cantonal des routes et des cours d'eau, section routes nationales
<b>UNIGE</b>	Université de Genève
<b>UNIL</b>	Université de Lausanne
<b>VAW</b>	Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie
<b>WSL</b>	Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft

## 1. MEMBRES DU CONSEIL DE FONDATION

Lors de sa séance plénière du 24 février 2004, le Conseil de Fondation a approuvé la proposition de la municipalité de Sion, à savoir la nomination au Conseil de MM. A. SQUARATTI et G. JOLIAT. Il a aussi entériné le remplacement de F. VALLET, membre du gouvernement valdotain, par son successeur M. Alberto CERISE.

## 2. RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT

### 2.1. HYDROGEOLOGIE

La mise en exploitation du système d'information hydrogéologique cantonal REGIS s'est intensifiée durant l'année 2004. Parallèlement à la poursuite des travaux de compilation et de traitement des données recueillies auprès des bureaux d'étude, un accent particulier a été mis sur le chargement dans REGIS des historiques de mesures accumulés depuis près de 20 ans dans le cadre des différents mandats de surveillance hydrogéologique de la nappe alluviale de la plaine du Rhône. Fin 2004, le système dénombre plus de 1.5 millions de mesures et près de 130 couches d'informations couvrant différentes thématiques (protection des eaux souterraines, aménagement du territoire, topographie, hydrogéologie, etc...).

### 2.2. HYDROLOGIE

#### *PROJET ILLGRABEN*

Les travaux de recherche financés par le Canton du Valais sont terminés et le modèle physique prévu par le VAW est mis en attente du développement de la solution à retenir pour l'aménagement de l'Illgraben sur le cône et à l'embouchure dans le Rhône.

#### *PROJET HYDRALP*

Ce projet piloté par l'antenne Valais du WSL, s'intéresse au transfert de sédiments dans les torrents et rivières de montagne. Réparti sur six ans, son financement est assuré pour 2/3 par le Conseil des EPF et pour 1/3 par le Canton. La première partie du projet visait à une caractérisation des événements de transfert de sédiments. La modélisation du transport solide s'est poursuivie. Actuellement ce projet est en attente d'un successeur à M. BARDOU qui a quitté le projet mi-2004.

#### *PROJET MINERVE*

Le CREALP a contribué à l'élaboration du cahier des charges pour la réalisation des développements informatiques associés au projet MINERVE.

### 2.3. GEOLOGIE MINIERE

A défaut de la notice officielle de la Commission géotechnique suisse, qui n'a toujours pas été éditée à ce jour, celle couvrant le secteur valdo-valaisan de la carte 1:200'000 *Ressources minérales Valais - Oberland bernois* peut être commandée sur le website du CREALP.

## 2.4. CARTE GEOLOGIQUE DE LA SUISSE au 1 : 25'000

Le lever des cartes valaisannes se poursuit sous l'égide du groupe CARTOVAL (OFEG – CREALP – CANTON DU VALAIS). L'état à fin 2004 est le suivant :

- ♦ *Lever géologique de la feuille 1327 Evolène* : M. GIRARD a poursuivi en été 2004 le lever de la nappe de la Dt-Blanche, particulièrement le cirque de Mountet. M. MARTHALER a cartographié pour sa part les nappes penniques supérieures entre Evolène et Arolla.
- ♦ *Edition de la feuille 1306 Sion* : C. METRAUX a finalisé la « méthodologie SIG-Sion ». Il s'agit d'un outil informatique, unique en Suisse, qui permet l'attribution des objets, l'édition des signes géologiques et la validation des contours vectorisés dans *ArcMap*. Il offre un grand potentiel pour l'avenir de l'édition de cartes géologiques et de cartes thématiques. L'achèvement de la saisie informatique de la feuille Sion par M. SARTORI ainsi que le transfert des données en vue de l'édition finale sont les dernières phases de réalisation de ce projet. Le SIG-Sion sera disponible dans le courant 2005 ; il comprendra des fonctionnalités d'analyses intéressantes concernant les phénomènes d'instabilité de versant.
- ♦ *Lever géologique de la feuille 1288 Raron* : M. SARTORI a poursuivi le lever géologique de la partie Nord de cette feuille.
- ♦ *Version SIG de la carte tectonique des Alpes de Suisse occidentale au 1 : 100'000* : C. METRAUX a conçu une base de données et un environnement de travail sous *ArcMap* et *ArcView* pour permettre la diffusion de la version informatique de ces 4 cartes au 1 : 100'000. Le prototype sera prochainement soumis à l'OFEG.

Le logiciel d'aide à la vectorisation de cartes géologiques développé sous *ArcMap* par C. METRAUX suscite un intérêt de la part de l'OFEG, des Commissions géologique et géotechnique suisses, des universités et de la société ESRI-Suisse. Les modalités de mise en valeur et diffusion de cet outil doivent encore être fixées.

## 2.5. PROJET GUARDAVAL

Le développement du système de télésurveillance **GUARDAVAL** s'est poursuivi durant l'année 2004. Une présentation détaillée est proposée sous l'adresse <http://www.crealp.ch/guardaval/>. Ce système a prouvé toute son utilité lors de sa mise en service l'hiver passé sur deux tronçons de routes cantonales menacés par un éboulement : les Trappistes sur la route du Gd-St-Bernard et Deibfels sur la route du Saastal. Actuellement plus d'une dizaine de stations *météo-hydro-extensométriques* opèrent sous le pilotage de Guardaval. Le développement 2004 du système a porté principalement sur :

- i) la fiabilisation et l'optimisation du système (module de communication, gestion des alarmes techniques liées à un dysfonctionnement ou une panne de la station de mesures, procédure de raccordement de nouvelles stations de mesures);
- ii) le portail Internet qui permet, via un accès réglementé, de disposer d'un accès *online* permanent aux données des sites rattachés au réseau Guardaval sous forme graphique et tabulaire.

Le système a fait par ailleurs l'objet de différentes présentations publiques dont une dans le cadre du 57<sup>ème</sup> congrès canadien de géotechnique au Québec.

## 2.6. PROJET FNSRS MATTEROCK II

En juin F. BAILLIFARD a soutenu avec succès sa thèse de doctorat UNIL intitulée *Détection par SIG des zones rocheuses à fortes susceptibilités d'éboulement* sous la direction conjointe du Prof. H. MASSON et du Dr. M. JABOYEDOFF. Ce travail réalisé en trois ans a été financé à raison de 2/3 par le CREALP et 1/3 par le Fond national de la recherche pour un montant total de 300'000 francs. Un résumé de la thèse est proposé en annexe.

Les résultats de la recherche ont été diffusés tout au long de ces trois années au travers d'une dizaine d'articles publiés dans le cadre de symposiums internationaux, dont la liste de 2004 est donnée en annexe.

## 2.7. MODELISATIONS DES PROCESSUS D'ÉBOULEMENT

A la suite de la publication en 2003 de l'article «Kinematics of the 1991 Randa rockslides», une modélisation du processus de l'éboulement de Randa a été entreprise. Cette simulation tire parti du modèle géométrique 3D de la falaise du Grossguger réalisé à l'aide du logiciel *3ds max* (voir page de garde). Cette technologie permet d'appliquer un moteur physique aux différents compartiments rocheux instables et de simuler leur chute, leur fractionnement et la trajectoire des blocs sur la topographie, le tout en 3 dimensions.

Cet outil de simulation résulte d'une collaboration entre le CREALP et la société ALTERNET FABRIC à Lausanne. Actuellement l'internaute peut aller télécharger l'interface de simulation à l'adresse [http://www.crealp.ch/f\\_instaroc.html](http://www.crealp.ch/f_instaroc.html) sous Etudes pilotes/Randa et ainsi visionner en 3D l'éboulement de Randa sur son ordinateur en faisant varier certains paramètres physiques. Il est prévu de poursuivre cette collaboration fructueuse avec la société ALTERNET FABRIC, notamment pour tester l'utilisation de ce simulateur comme programme de trajectographie 3D.

Cette recherche offre des synergies intéressantes avec les travaux du volet C du projet Interreg III *RockslidDetec* (§ 3.2) et l'opportunité offerte récemment de collaborer avec le Prof. O. HUNGR de l'Université British Columbia à Vancouver (§ 6.5).

## 2.8. TRAVAUX DE DIPLOME

Trois diplômes traitant des dangers géologiques sont en cours de réalisation en collaboration avec l'UNIGE : MM. STURZNEGGER et BABIC travaillent sur la *Caractérisation de la fracturation à travers la vallée du Rhône dans la région de Sion*; Mlle VOLERY étudie la *Géologie du glissement de terrain de Montagnon* et MM. BRETHAUD et ZAHND décrivent les *Processus d'érosion en relation avec la sédimentation dans le lac de barrage du Sanetsch*.

## 2.9. ATELIERS DE TERRAIN «DANGERS NATURELS»

Au début mai s'est déroulé en Valais le 1er de quatre workshops prévus dans le cadre du projet Interreg III - RiskYdrogé (voir § 3). Les visites de terrain ont eu lieu sur les sites de Montagnon et Gondo.

Un «Fieldtrip» consacré aux dangers naturels en Valais et régions limitrophes de l'arc alpin a eu lieu du 10 au 16 mai sous l'égide du CREALP et de l'Université de Laval (Canada).

Cette visite a réuni 15 étudiants et professeurs canadiens et 10 étudiants et praticiens suisses. Vingt sites exposés aux dangers naturels de montagne ont été présentés par les bureaux de géologie en charge des études y relatives. Les comptes-rendus de ces présentations font l'objet d'un CD-ROM.

Au début juin le CREALP a fait visiter trois sites de glissement de terrain à une dizaine de professionnels français de l'office RTM (restauration des terrains de montagne).

A mi-juin a eu lieu le traditionnel camp de terrain MATTEROCK dans le Val de Bagnes; il a réuni une douzaine d'étudiants des UNIL et UNIGE et deux praticiens. L'encadrement a été assuré par MM. PASQUIER et BAILLIFARD.

Vu la nomination prochaine d'un professeur *Risque naturels* à l'UNIL, cet enseignement devrait passer dès 2005 sous la coupe universitaire.

### 3. PROGRAMME EUROPEEN INTERREG III

Un descriptif détaillé des trois projets Interreg III auxquels participe le Canton avec la Vallée d'Aoste et la Région Rhône-Alpes est accessible sur le website de CREALP. Celui-ci pilote la partie suisse de ces projets dont le financement est assuré à raison de 60% par le Canton, 20% par l'OFEG et 20% par l'ARE ou le SECO. L'activité 2004 de ces projets est brièvement décrite ci-après.

#### 3.1 SISMOVALP

Le projet *SEISMIC HAZARD AND ALPINE VALLEY RESPONSE ANALYSIS* - qui réunit en plus des trois partenaires susnommés d'autres partenaires français, italiens, allemands et slovènes - s'est poursuivi selon le programme fixé. La contribution suisse du projet a permis d'établir la carte du microzonage spectral de la région Monthey-Collombey (Bur. Résonance et P. Tissières) et celle 1:25'000 des classes de sols de fondation (selon la norme SIA 261) de la vallée du Rhône. Quatrième partenaire de la partie suisse du projet, le Service sismologique suisse procède actuellement à l'installation de 4 paires de stations d'enregistrement sismique couplées *rocher - terrain meuble* dans la région de Monthey.

#### 3.2 ROCKSLIDETEC

Le projet *DEVELOPPEMENT D'OUTILS METHODOLOGIQUES POUR LA DETECTION ET LA PROPAGATION DES EBOULEMENTS DE MASSE*, piloté par la Vallée d'Aoste, a permis dans le cadre du volet A du projet la construction d'une BD informatique destinée à répertorier «les éboulements de masse de l'arc alpin».

Une thèse de l'université de Parme en constitue le volet B. Elle a pour objectif d'évaluer la possibilité de détecter des secteurs propices aux éboulements et nonobstant les compartiments potentiellement instables à partir d'une analyse photogrammétrique de la falaise. Les analyses ont porté sur 2 sites: Arnad (vallée d'Aoste) et les Trappistes (Route du Gd-St-Bernard).

Concernant tout particulièrement le site des Trappistes, R. MAYORAZ a – sur la base d'un levé topographique haute résolution réalisé à l'aide d'un *LaserScan* par la section de topographie DIGET du PoliTo – construit le modèle 3D de l'agencement structural de la falaise à l'aide d'un logiciel loué à la société Dynamic Graphics Inc. (Californie). Ce modèle a permis d'évaluer la dangerosité du site et d'optimiser l'implantation d'ancrages de confortation.

Dans le cadre du volet C, divers tests de trajectographie 3D sur des sites d'éboulements historiques ont été réalisés par le Cemagref, le Cete et le PoliTo (Dip. di ingegneria strutturale) sur divers sites d'éboulements historiques dont le Six-des-eaux-froides (Ayent). De son côté l'EPFL-LMR, partenaire associé du CREALP, dirige une thèse sur des essais physiques d'éboulement en laboratoire. Lors du workshop international qui s'est tenu le 1<sup>er</sup> décembre à Aoste (voir publications), en plus des présentations du CEMAGREF et du PoliTo, il y a lieu de relever la présentation du modèle DAN-3D du Prof. invité O. HUNGR (University of British Columbia, Vancouver). A la demande expresse du CREALP celui a présenté une modélisation de l'éboulement du Six-des-eaux-froides qui contient une grande potentialité d'analyse prospective pour ce type de recherche.

### 3.3 RISKYDROGEO

Plusieurs bureaux valaisans et spécialistes du Canton ont participé aux deux premiers workshops prévus dans le cadre du projet *RISQUES HYDROGEOLOGIQUES EN MONTAGNE: PARADES ET SURVEILLANCE*:

- **Workshop des 5-7 mai en Valais:** Ce workshop, qui portait sur les moyens d'investigation profonde des instabilités de terrain ainsi que sur l'évaluation des parades et des systèmes de surveillance, a réuni une cinquantaine de personnes venant des trois pays partenaires.
- **Workshop des 13-15 octobre à Trièves (Grenoble):** Il portait sur la problématique des glissements de terrain. Il a lui aussi réuni une cinquantaine de personnes.

De son côté, le CREALP s'est vu confié par le groupe de pilotage GPrisk la tâche d'évaluer les différents systèmes de télésurveillance développés et mis en exploitation par les trois partenaires du projet.

### 3.4 PRINAT

Le projet *CREATION DU POLE DES RISQUES NATURELS EN MONTAGNE DE LA COTRAO* a démarré tout récemment. Il y est prévu notamment de traiter les problèmes liés à la gestion du territoire, au zonage du risque et aux ouvrages de protection. Est aussi prévue la constitution d'une base de données recensant les méthodes de gestion des RiskNat et les spécialistes européens dans ce domaine. L'étude de faisabilité d'un "webportal Prinat" est également envisagée : elle devrait permettre de structurer les informations concernant les RiskNat de montagne et de les mettre à disposition des pays de l'arc alpin.

## 4. APPUI SCIENTIFIQUE

### 4.1 NAPPE ALLUVIALE DE LA PLAINE DU RHONE

Le CREALP a poursuivi en 2004 la gestion et le suivi hydrogéologique de la nappe alluviale de la plaine du Rhône entre Susten et le Léman ainsi que la gestion du réseau de stations de mesure automatisées (réseaux SRCE-RN et SPE). Pour réduire les coûts inhérents, une procédure d'optimisation du réseau d'observation de la nappe a été entreprise sur la zone Sierre-Léman. Basé sur une approche géostatistique, ce travail a exploité les cartes hydrogéologiques élaborées dans le cadre de la 3<sup>ème</sup> correction du Rhône et prenant en compte des critères tels les caractéristiques des ouvrages, les contraintes de site ainsi que la représentativité spatiale des points de mesure.

Il a permis d'aboutir à une réduction de 30% du réseau d'observation des eaux souterraines. Le «design» du nouveau réseau offre une représentativité suffisante des fluctuations de la nappe. Par ailleurs, l'abandon, pour des questions de fiabilité, des mesures effectuées sur les canaux se traduit par une réduction globale de près de 50% des points de mesure sur le tronçon Sierre-Léman.

Le CREALP a développé pour le compte du SPE une application de base de données dédiée à la gestion des informations relatives aux sources (données descriptives, mesures et analyses). Les données ainsi compilées, vérifiées et archivées seront notamment exploitées pour les besoins du projet cantonal de délimitation des secteurs de protection des eaux souterraines "AU". L'intégralité de ces informations sera transférée dans REGIS courant 2005. Le CREALP a également réalisé l'archivage sous format numérique des documents cartographiques élaborés dans le cadre des études de délimitation des périmètres de protection réalisées pour le compte du SPE entre 1974 et 1978. L'ensemble de ces documents (80 cartes) ont été géoréférencés et intégrés à REGIS.

Le CREALP a par ailleurs continué d'assurer son rôle de «guichet hydrogéologique» en traitant une vingtaine de requêtes afférentes à la nappe alluviale de la plaine du Rhône.

## **4.2 PROJET 3EME CORRECTION DU RHONE**

A partir des données implémentées dans REGIS, cinq cartes ont été élaborées au profit de ce projet sur le secteur Sierre – Martigny pour la période 1994-2003, à savoir la carte de la surface piézométrique moyenne BE-HE, celles de fluctuations, celle de l'épaisseur moyenne de la zone non saturée BE-HE, celle de l'épaisseur minimale de cette dernière et celle des battements moyens. De plus, les cartes de pointe et d'amplitude des crues 1993 et 2000 ainsi que celles de l'épaisseur de la zone non saturée relative lors de ces événements ont été réalisées. En complément, les formats d'échange informatique des données pour le futur SIRS-R3 ont été spécifiés et le modèle de données élaboré.

Dans le cadre des mesures prioritaires du projet, il a fallu élaborer les cartes de la zone Visp Ost – Raron Ost et équiper 13 stations de mesures automatisées dans les secteurs de Chippis, Saillon et Fully.

## **4.3 RESEAU NATIONAL NAQUA**

Le réseau national d'observation de la qualité des eaux souterraines NAQUA permet, grâce à 500 stations de mesure réparties sur le territoire helvétique, d'analyser de manière ciblée et globale les substances polluantes liées aux activités agricoles et industrielles ainsi qu'au trafic routier. Dans le cadre de cette surveillance, le CREALP a organisé quatre campagnes d'échantillonnage sur une quinzaine de sites répartis entre Collombey et Zermatt.

## **4.4 MONITORING GUARDAVAL**

Le monitoring des sites détectés comme instables s'est poursuivi tout au long de l'année. Dans le cadre de l'amélioration permanente du système, diverses adaptations de soft et hardware ont été réalisées en fonction de la spécificité architecturale de chaque station et de l'expérience acquise avec le temps (pannes, alarmes erronées, etc.).

#### 4.5 VEILLE METEOROLOGIQUE «INTEMPERIES»

Sur demande de la cellule scientifique de crise CERISE, le CREALP a développé un tableau de bord au sein du webportail GUARDAVAL afin d'y publier et consulter online l'ensemble des données météo-climato-hydrologiques (météoCH, débit cours d'eau, niveau barrages, etc.) qui permettront d'anticiper et gérer toute situation d'intempéries. A cet effet, le CREALP a développé les outils informatiques permettant de :

- effectuer la récupération et le traitement automatique des informations issues des différentes sources de données ;
- centraliser et archiver ces données au sein de la base de données GUARDAVAL;
- publier online les données sous forme graphique et tabulaire via le webportail sécurisé de GUARDAVAL dédié à CERISE.

#### 4.6 CARTE DES CLASSES DE SOLS SELON LA NORME SIA 261

Dans le cadre de la prise en compte du risque sismique aussi bien pour la construction de nouveaux bâtiments que pour la rénovation de ceux existants, le CREALP a établi, en collaboration avec l'OFEG et le bureau Tissières SA, la carte des classes de sols de fondation 1:25'000 selon la norme SIA 261. Ce travail a consisté à compiler les documents géologiques, données géophysiques et forages puis à en interpréter les données en terme de classes de sol de fondation.

A défaut de pouvoir établir la carte cantonale de microzonage spectral (coût prohibitif), cette carte est une base indispensable pour prendre en compte le possible *effet de site* généré par les terrains meubles tels que les alluvions. La carte couvre l'ensemble de la plaine du Rhône entre Brig et le Léman, ainsi qu'une partie des versants urbanisés. Elle est périodiquement mise à jour en fonction des nouvelles données.

La carte est accessible sous format de cartes pdf sur le website du CREALP et en mode interactif à l'adresse : <http://e-geo.camptocamp.com/erdbeben/>.

#### 4.7 CARTES DES DANGERS GEOLOGIQUES

Dans le cadre de l'élaboration du Système d'Information à Référence Spatiale pour le report cartographique des périmètres de dangers naturels (SIRS-DANA) que met progressivement en place le Centre cantonal de compétence géomatique, le CREALP a été chargé d'établir l'inventaire des cartes de danger géologique existantes. Une base de données a été élaborée à cet effet qui répertorie actuellement 80% des cartes. Cet inventaire révèle l'ampleur de la tâche pour valider et digitaliser des cartes, qui pour beaucoup, ont été réalisées sans tenir compte des directives en la matière. Le CREALP prend également une part active dans l'élaboration du modèle sémantique des données qui sert de base au SIRS-DANA.

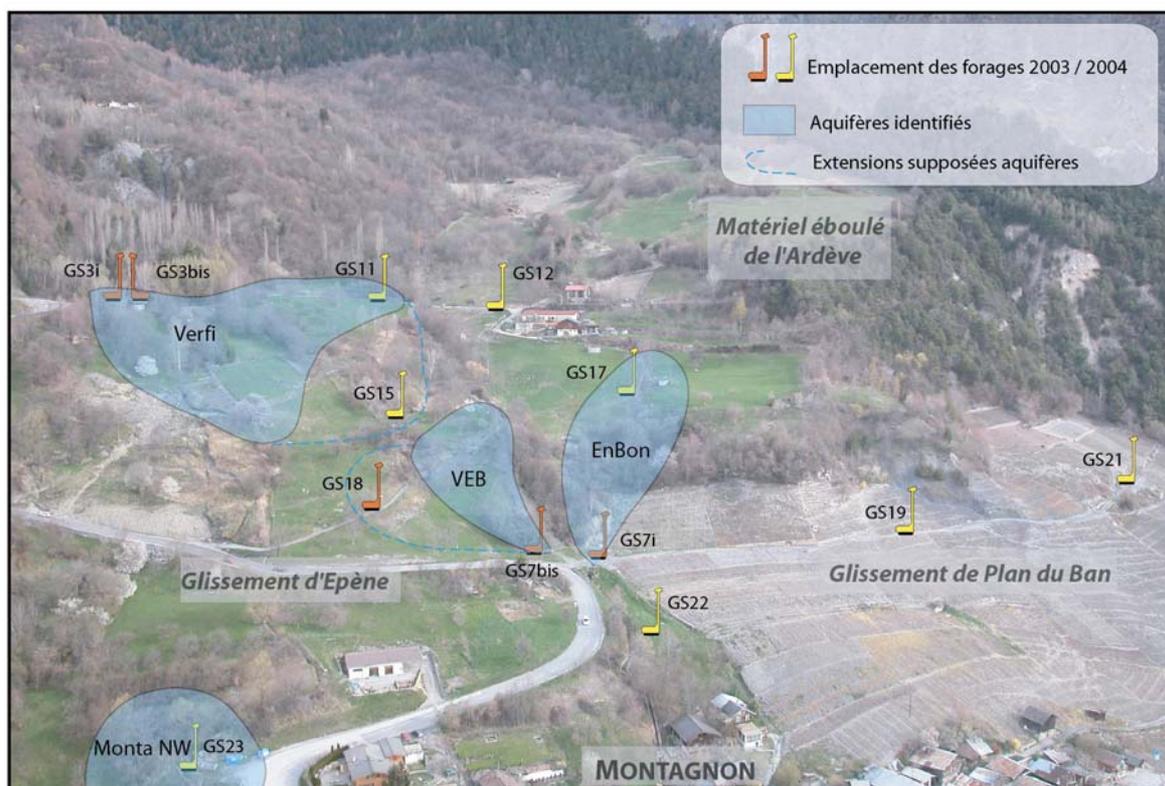
#### 4.8 EXPERTISE POUR L'OFROU

Le CREALP a collaboré avec un groupe d'experts chargé par l'OFROU d'émettre des recommandations concernant la prise en compte du danger *éboulement / chutes de pierres* compromettant la résistance des ouvrages de protection du réseau des routes nationales.

Parmi les actions proposées, la vérification de l'aptitude des galeries à reprendre les charges dues aux chutes de pierres a été considérée comme prioritaire. En collaboration avec le bureau d'ingénieurs PRA SA à Sion, le CREALP a été chargé d'élaborer les recommandations ad hoc pour qu'une procédure commune soit adoptée par les cantons pour effectuer cette vérification (voir publications). Toute la partie évaluation du danger est une variante tirée de Matterock et adaptée aux besoins spécifiques du mandat.

#### 4.9 GLISSEMENT DE MONTAGNON

Ce glissement de 2.7km<sup>2</sup> a un impact conséquent sur les zones à bâtir de Produit et Montagnon ainsi que sur une partie de la route cantonale Leytron – Ovronnaz. Dès 2002, suite aux résultats d'investigations des années 80 complétés par ceux obtenus dans le cadre d'un projet forestier de défense et par le biais de travaux de diplôme dirigés par le CREALP, les recherches ont été axées sur la mise en évidence d'une nappe de pente sise au contact *substratum / terrains meubles* à l'amont du hameau de Montagnon (voir photo ci-après). Dans un premier temps, onze forages y ont été réalisés sous la supervision du bureau Alpgéo. Ils ont mis en évidence une masse glissée dont la semelle - posée sur l'Aalénien à quelque 25 m de profondeur - se met en mouvement sous l'effet des charges hydrauliques de l'aquifère artésien qui est logé au contact de ces deux unités. Un pompage continu de celui-ci a sorti 50'000 m<sup>3</sup> d'eau en moins de deux ans, ce qui a permis de stopper les mouvements dans le secteur de Verfi. L'analyse des déplacements sur 10 ans a confirmé la relation entre les déplacements et la présence d'eau souterraine. Une 2<sup>ème</sup> campagne de forage a confirmé cette relation.



Répartition des secteurs où l'aquifère de pente a été mis en évidence par les forages

## 5. COLLABORATIONS EUROPEENNES

### 5.1 PROGRAMME INTERREG III

Dans le cadre des projets mentionnés au chapitre 3, le CREALP collabore avec les institutions partenaires suivantes :

#### *Projet Sismoalp*

Labo de géophysique interne et tectonophysique de l'Uni J. FOURIER (Grenoble), Institut Polytechnique de Grenoble, Institut national d'océanographie et géophysique expérimentale de Milan, Uni de Trieste, Uni de Gênes, Uni Ludwig-Maximilian de Munich, Agence environnementale de Slovénie, BRGM, Arpa Piemonte et Vallée d'Aoste.

#### *Projet Rockslidetec :*

PoliTo – Dipartimento di ingegneria strutturale, PoliTo – dip. di georisorse e territorio, Università di Parma, LIRIGM – Uni J. Fourier / Grenoble, EDYTEM – Uni Savoie, LMR - EPFL, Pôle grenoblois, Vallée d'Aoste, Savoie et Haute-Savoie.

#### *Projet RiskYdrogé :*

CETE Lyon, RTM Rhône-Alpes, Pôle grenoblois, Vallée d'Aoste.

#### *Projet Prinat :*

Régions Rhône-Alpes et PACA, Vallée d'Aoste, Arpa Piemonte, PoliTo, CEMAGREF.

### 5.2 PROJET «L'EAU DES ALPES»

Dans le cadre du développement du réseau de compétences "L'eau des Alpes", initié par la Conférence gouvernementale des cantons alpins (RKGK), le CREALP s'était associé avec la HEVs et l'IUKB sous le nom de ALPAQUA pour répondre à un appel de candidature relatif à ce thème. Sous cet acronyme, le groupe avait l'intention de traiter de façon globale l'utilisation et la gestion à long terme du *Château d'eau alpin* en tenant compte de liens indissociables entre ressources et besoins, telle l'utilisation multifonctionnelle dans l'espace et le temps (futur) des aménagements hydroélectriques : stockage d'énergie, régulateur de crue, réservoir d'eau potable, etc. Ce consortium a malheureusement échoué dans sa candidature à la direction du projet en raison notamment de la prestation insuffisante des personnes déléguées pour le représenter à la défense de la candidature.

Par la suite, le RKGK a lancé un nouvel appel d'offres fait un appel de candidature pour les trois directions de programme assujetties à ce thème : «eau et énergie», «eau et tourisme» et «eau et dangers naturels». Finalement seule la HEVs a obtenu une direction de programme, à savoir celle «eau et énergie». Bien qu'aucun accord formel n'existe entre cette dernière et le CREALP, nous comptons collaborer avec elle en apportant nos compétences.

### 5.3 FONDATION B. ET S. TISSIERES

En plus de la mise à disposition d'étudiants pour le musée de la fondation pendant l'été, le CREALP a contribué au tri de la bibliothèque «minièr» de W. HUBACHER, ancien président du Comité Directeur.

### 5.4 FONDATION MONTAGNE SURE

Depuis sa création en 2002 cette fondation valdotaine, basée à Villa Cameron à Courmayeur, est active dans la recherche et la prise en compte des RiskNat de Montagne. Sur délégation du gouvernement valdotaïn, chef de file européen des trois projets Interreg A – Alcotra que sont *Rockslidetec*, *RiskYdrogéologie et Prinat*, (voir chap. 3), elle administre ces projets. Une convention est en préparation pour qu'elle fasse office d'«Antenne CREALP» en Vallée d'Aoste.

### 5.5 COLLABORATION CANADIENNE

Le CREALP collabore depuis plusieurs années avec l'Université de LAVAL (Prof. J. LOCAT et S. LEROUËL) au Québec dans le cadre de la recherche sur l'analyse structurale des falaises. Cela s'est concrétisé notamment par l'intégration d'un volet «étude du promontoire de Québec» dans la thèse de F. BAILLIFARD (voir annexe). Deux «Fieldtrips», l'un dans les Rocheuses canadiennes en 2001 et l'autre en Valais en 2004 (voir § 2.9) et divers articles scientifiques présentés aux 54<sup>ème</sup> et 57<sup>ème</sup> congrès de géotechnique canadiens à Calgary et Québec ont permis de faire connaître les travaux du CREALP dans le domaine des dangers naturels.

La participation du Prof. O. HUNGR au workshop international d'Aoste (voir § 3.2.) a d'autre part ouvert la possibilité d'une collaboration prometteuse entre le CREALP, l'EPFL-LMR et l'Université de British Columbia en matière de modélisation 3D des éboulements de masse.

## 6. TRAVAUX SOUS-TRAITES ET ACHATS

Le CREALP a consacré un montant de 726'420.90 francs réparti entre des mandats de sous-traitance (Fr. 668'304.20.--) et des investissements (Fr. 58'116.70.--).

Les mandats confiés à des bureaux, consultants et Hautes Ecoles ont notamment concerné l'étude et la surveillance des instabilités de terrain, la surveillance hydrogéologique, le lever de l'Atlas géologique suisse, l'établissement de documents de base pour la prise en compte du risque sismique, les travaux dédiés aux projets Interreg III et la formation à la méthode MATTEROCK.

Les investissements ont porté principalement sur l'achat de capteurs pour la surveillance de la nappe phréatique.

## 7. INVESTISSEMENTS PLURIANNUELS

Depuis onze ans les fonds propres du CREALP ont été engagés dans les programmes de recherche et développement d'outils figurant dans le tableau ci-dessous :

PROGRAMME ou ACTION	Partenaires *	CREALP
Carte ressources minérales VS-Oberland bernois 1:200'000	Canton + CGS	160'000
Révision loi minière 1856	Canton	35'000
Cartographie géologique 1:25'000	OFEF	270'000
SEISMOVAL	Canton + OFEF	140'000
MATTEROCK II (y.c thèse)	Canton + OFEF + FNRS + LORO	420'000
GUARDAVAL	Canton	125'000
REGIS	Canton	145'000
Formation MATTEROCK + ATELIERS	Universités	130'000
Website	-	120'000
Bibliothèque	-	75'000
Informatique (matériel + formation)	-	250'000
<b>TOTAL</b>		<b>1'870'000</b>

(\*) : Les participations financières des partenaires ne sont pas comptabilisées ici

## 8. WEBSITE *WWW.CREALP.CH*

En 2004 le site Internet du CREALP a été consulté par un peu plus de 43'000 visiteurs. Le tableau ci-dessous donne le nombre de consultations par domaine en comparaison avec 2003 :

<i>Pages / domaine</i>	<i>Nbre pages consultées</i>	
	<i>2003</i>	<i>2004</i>
Séismes	25'000	38'100
Système Guardaval	-	11'100
Pages générales sur le CREALP	8'000	8'400
Pages de présentation du fieldtrip canadien	6'100	8'000
Domaine Hydrogéologie	5'200	6'200
Domaine Glissements de terrain	3'200	5'300
Domaine Instabilités de falaise	2'800	3'400
<b>Total pages consultées</b>	<b>50'300</b>	<b>80'500</b>
<b>Total visiteurs</b>	<b>~ 35'000</b>	<b>~ 43'000</b>

Plusieurs rubriques ont été ajoutées en 2004, notamment dans le domaine «Séismes» celles relatives à la carte des classes de sols de fondation, au microzonage spectral de la région de Monthey-Collombey et aux rapports types pour le dimensionnement parasismique téléchargeables à partir du site. Cela explique certainement l'important succès de ce domaine.

## 9. PERSONNEL ET SOUS-TRAITANCES

Les personnes suivantes ont travaillé comme collaboratrices et collaborateurs du CREALP en 2004 :

<u>Collaborateurs</u>	<u>Domaine</u>	<u>Degré d'activité</u>
BAILLIFARD François	dangers naturels - hydrogéologie	3 mois
DELEZE Jean-Yves	géologie appliquée – informatique	100%
GIANETTONI Tanja (dès 1.11.)	dangers naturels	2 mois
MORARD PASCAL	géologie générale	100%
METRAUX Cédric	cartographie - informatique	50%
ORNSTEIN Pascal	hydrogéologie - informatique	100%

### Personnel administratif

GENOLET Natacha	secrétariat	100%
-----------------	-------------	------

### Doctorants / Diplômant(e)s

BAILLIFARD François	géologie appliquée - MATTEROCK II	doctorant
BABIC Domagoj	caractérisation de la fracturation	diplômant
M. BRETHAUD	géologie du quaternaire	diplômant
PARSEN Michael	hydrogéologie appliquée	diplômant
STURZENEGGER Matthieu	caractérisation de la fracturation	diplômant
VOLERY Chadia	géologie du quaternaire	diplômante
M. ZAHND	géologie du quaternaire	diplômant

### Stagiaires

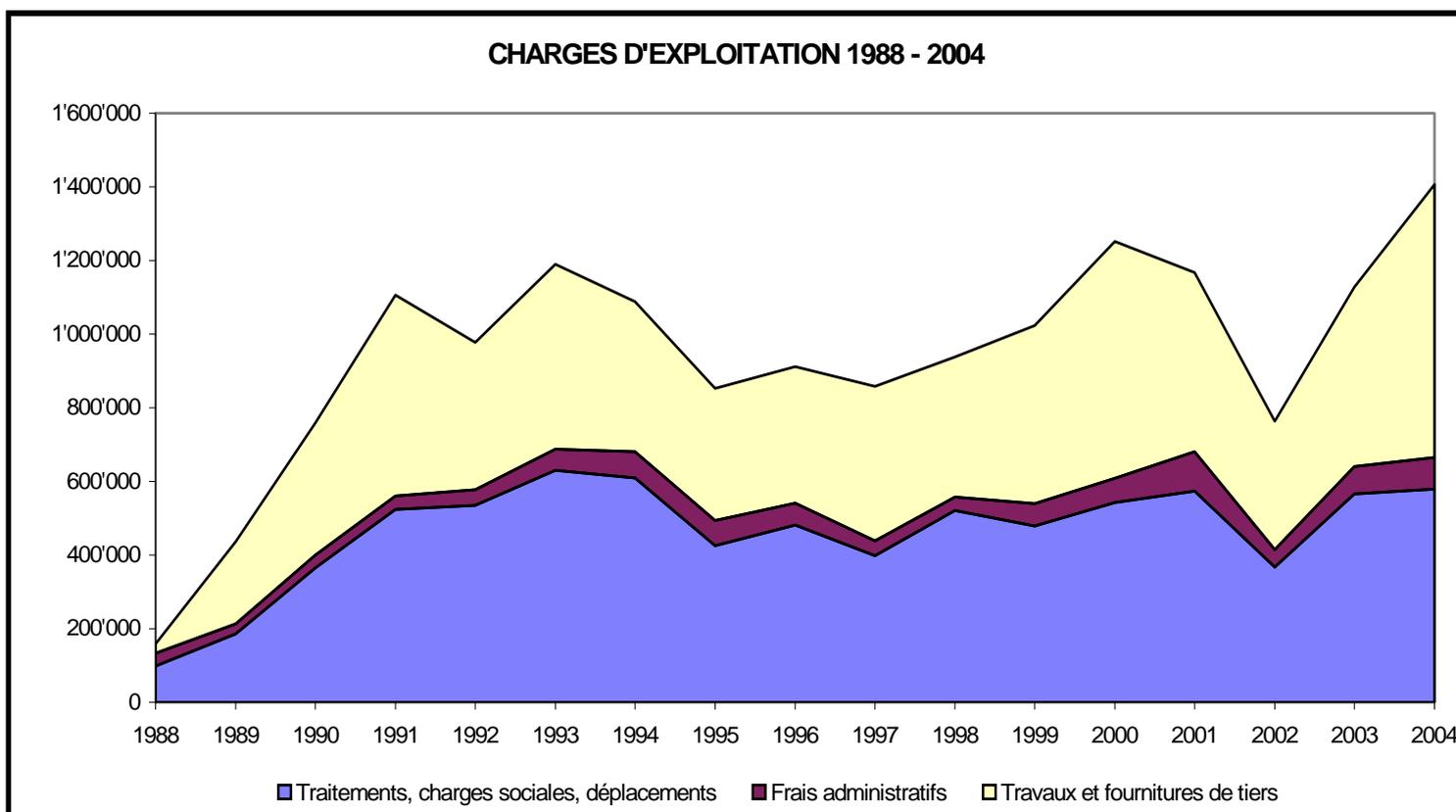
DESPLAND P.	géologue diplômé	2 mois
MESSEILLER M.	géologue diplômé	5 mois
RENAUD P.	géologue diplômée	2 mois
NGUYEN A.	géologue diplômée	4 mois

### Bureaux et consultants sous-traitants

ALPGEO sàrl	M. JABOYEDOFF
BEG SA	M. BAILLIFARD
GEOVAL SA	M. TOSONI
Résonance SA	MM. SARTORI ET GIRARD
Fondation Montagne sûre	M. GRICHTING
EPFL - LMR	Service sismologique suisse

Le staff administratif de l'ESR est ponctuellement mis à disposition du CREALP pour la comptabilité et la gestion du personnel. Quatre lycéens rémunérés par le Canton sont mis à disposition l'été par Visa-Centre pour les divers travaux de manutention et compilation informatique. Chaque année des stagiaires profitent des infrastructures du Centre.

## 10. COMPTES 2004



## 11. REMERCIEMENTS

Nos plus vifs remerciements vont au Conseil d'Etat, au Département cantonal des transports, de l'équipement et de l'environnement, à la Ville de Sion, à l'Energie de Sion Région SA, et à l'OFEG dont les contributions ont permis de mener à bien les programmes de recherche les plus importants. Le Directeur et son équipe méritent notre reconnaissance pour leur engagement dans ces multiples domaines scientifiques dont la vie du Valais et des régions alpines dépend.

Sion, le 22 février 2005

DC-ng

RapGest05-version du 16.2.05]

CENTRE DE RECHERCHE SUR L'ENVIRONNEMENT ALPIN

**JEAN-JACQUES REY-BELLET**  
**CONSEILLER D'ETAT**

Président du Conseil de Fondation

## PUBLICATIONS 2004

- AMATRUDA, G. CASTELLI, M. ROUILLER J.-D., 2004 : Block toppling mechanism due to progressive failure of rock bridges. *Journal for engineering geology, geomechanics and tunnelling: Rock and soil engineering*, March 2002.
- BAILLIFARD, F., COUTURE, R., JABOYEDOFF, M., LOCAT, J., LOCAT, P., KIRKWOOD, D., ROBICHAUD, G., HAMEL, G. & ROUILLER, J.-D., 2004: Estimation continue de l'aléa et du risque à l'aide d'un SIG: l'exemple du Promontoire de Québec (Québec, Canada). *GéoQuébec 2004, 57ième Congrès Canadien de Géotechnique*, Québec, octobre 2004.
- BAILLIFARD, F., LOCAT, J., COUTURE, R., JABOYEDOFF, M., LOCAT, P., ROBICHAUD, G. & ROUILLER, J.-D., 2004: GIS-based risk assessment along a linear object at risk: the example of the Quebec city Promontory, Quebec, Canada, and attempt to 3D generalization. *European Geosciences Union 1st General Assembly, Nice, France, April 2004. Geophysical Research Abstracts*, vol. 6, 05943.
- BAILLIFARD, F., JABOYEDOFF, M., COUTURE, R., LOCAT, J., LOCAT, P., ROBICHAUD, G., HAMEL, G. & ROUILLER, J.-D., 2004: Towards a GIS-based hazard assessment along the Quebec City Promontory, Quebec, Canada. *IX International Symposium on Landslides, Rio de Janeiro, Brazil, June 28 - July 2, 2004. A.A. Balkema*.
- JABOYEDOFF, M., BAILLIFARD, F., COUTURE, R., LOCAT, J., LOCAT, P. & ROUILLER, J.-D., 2004: New insight of geomorphology and landslide prone area detection using DEM. *IX International Symposium on Landslides, Rio de Janeiro, Brazil, June 28 - July 2, 2004. A.A. Balkema*.
- JABOYEDOFF, M., BAILLIFARD, F., COUTURE, R., LOCAT, J., LOCAT, P. & ROUILLER, J.-D., 2004: Toward preliminary hazard assessment using DEM topographic analysis and simple mechanic modeling. *IX International Symposium on Landslides, Rio de Janeiro, Brazil, June 28 - July 2, 2004. A.A. Balkema*.
- JABOYEDOFF, M., BAILLIFARD, F., COUTURE, R., LOCAT, J., LOCAT, P. & ROUILLER, J.-D., 2004: Modular and evolutive rock slope instabilities detection and hazard assessment methods: new tools to compute instability factors and examples of application. *GéoQuébec 2004, 57ième Congrès Canadien de Géotechnique*, Québec, octobre 2004.
- JABOYEDOFF, M., BAILLIFARD, F., PHILIPPOSIAN, F. & ROUILLER, J.-D., 2004: Assessing the fracture occurrence using the "weighted fracturing density": a step towards estimating rock instability hazard. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 4, p. 83-93.
- JACQUEMOUD, J. & MAYORAZ, R., 2004: Danger naturel "chutes de pierres" pour les routes nationales, vérification des galeries existantes, vérifications générales: Documentation. Office fédéral des routes OFROU, Division infrastructures routières, Domaine ouvrages d'art, 3003 Berne.
- MAYORAZ, R., BESSON, O. & BORNAZ, L., 2004: 3D modeling of geologic structures applied in rock fall hazard mitigation: the Trappistes case study, Valais, Switzerland. *Workshop Rockslidetec, Interreg IIIA, Aosta, Italy*.

## Résumé du travail de thèse de F. BAILLIFARD

Un des enseignements de l'éboulement de Randa (1991) est que la rupture d'une instabilité rocheuse est rarement due à une cause unique. Elle est le résultat de l'action conjuguée de plusieurs facteurs d'instabilité qui agissent à long terme sur le massif rocheux. Ces facteurs d'instabilité peuvent être séparés en deux catégories: les paramètres intrinsèques, qui sont inhérents au massif rocheux, et les facteurs externes qui, agissant sur eux, créent des instabilités ou en modifient l'état.

Ce travail propose une approche modulaire (adaptable aux besoins de l'étude) et évolutive (adaptable aux nouveaux documents à disposition) pour la prise en compte des instabilités rocheuses à l'échelle régionale. Elle se base sur l'utilisation d'un SIG et permet de cibler les travaux de terrain détaillés à entreprendre.

Plusieurs outils de modélisation des facteurs d'instabilité ont été testés :

- 1) l'analyse de l'orientation des pentes permet de simuler la sensibilité aux cycles de gel-dégel;
- 2) l'utilisation de la pente critique met en évidence les portions du territoire qui sont plus raides qu'un terrain homogène;
- 3) l'analyse morpho-structurale tridimensionnelle sert à déterminer les discontinuités à grande échelle à partir d'un MNT;
- 4) les tests cinématiques mettent en évidence les lieux dans lesquels les conditions structurales sont défavorables;
- 5) les volumes mobilisables peuvent être définis à l'aide de la différence entre la topographie actuelle et une topographie lissée;
- 6) l'indice de charge hydraulique caractérise la quantité d'eau arrivant en chaque point du MNT;
- 7) l'indice d'activité permet de mettre en relation les dépôts rocheux avec les processus de dégradation mécanique de la falaise.

Cinq études de cas ont permis de tester différentes manières de combiner ces facteurs d'instabilité pour fournir des cartes de susceptibilité aux éboulements et aux chutes de blocs. Grâce à cette algèbre cartographique, la susceptibilité a ainsi pu être estimée soit le long d'une ligne (route Aproz-Fey ou Promontoire de Québec), soit sur une surface (Fionnay, Lourtier ou Mattertal). Lorsqu'un inventaire d'événements est disponible, la susceptibilité peut être remplacée par une probabilité de rupture (Promontoire de Québec).

Les résultats obtenus montrent une bonne corrélation avec les inventaires d'instabilités existants (Promontoire de Québec), ou avec les résultats d'investigations de terrain détaillées (Route Aproz-Fey, Fionnay, Lourtier ou Mattertal).

Pour terminer la démarche, les zones à forte susceptibilité (ou probabilité) devraient faire l'objet d'études de propagation. Les zones à forte susceptibilité qui menacent les infrastructures devraient ensuite être investiguées de manière plus détaillée, par l'intégration de nouvelles données numériques ou par la réalisation de travaux de terrain détaillés.