Programme et résumés

La géomorphologie alpine : entre patrimoine et contrainte

Colloque de la Société Suisse de Géomorphologie (SSGm)

3-5 septembre 2009

Olivone (Val Blenio, Tessin)

sc | nat
Geosciences
Platform of the Swiss Academy of Sciences

UNIL | Université de Lausanne
Institut de géographie

SCHWEIZERISCHE GEOMORPHOLOGISCHE GESELLSCHAFT
SOCIÉTÉ SUISSE DE GÉOMORPHOLOGIE

STSN SOCIETÀ TICINESE DI SCIENZE NATURALI

Museo cantonale di storia naturale

Programme

Jeudi 3 septembre 2009 – Sala Patriziale, Olivone

Soirée à la découverte de la géomorphologie des Alpes tessinoises

20h30 – 20h45 *Ouverture du colloque, bienvenue, introduction*

20h45 – 21h45 *Conférence* "Tra terra e cielo, il paesaggio" *de Marco Antognini, du Museo cantonale di storia naturale di Lugano, sur les paysages géologiques et géomorphologiques des Alpes tessinoises*

21h45 – 22h00 *Présentation du volume* "Le Alpi Bleniesi : storia glaciale e periglaciale e patrimonio geomorfologico"*, réalisé par Cristian Scapozza et Georgia Fontana dans la collection des Memorie della Società ticinese di Scienze naturali e del Museo cantonale di storia naturale di Lugano*

22h00 – 23h00 *Apéritif offert par l'Institut de Géographie de l'Université de Lausanne et par la Società ticinese di Scienze naturali*

Vendredi 4 septembre 2009 – Sala Patriziale, Olivone

Colloque annuel de la Société Suisse de Géomorphologie

08h30 – 08h45 *Accueil des participants*

08h45 – 09h00 *Bienvenue, introduction*

Session I « Transformations de la cryosphère » 09h00 – 10h30

Animation : Reynald Delaloye

09h00-09h15 **L'évolution récente (1950-2008) des glaciers rocheux de la vallée de Clarée : typologie réalisée d'après des observations géomorphologiques et la photogrammétrie.** E. Cossart & R. Perrier

09h15-09h30 **Déstabilisation d'un glacier rocheux actif (Val de Moiry, Valais).** C. Lambiel & C. Scapozza

09h30-09h45 **Glaciers rocheux déstabilisés (Petit-Vélan et Mattertal)** R. Delaloye

09h45-10h00 **Air circulation and cooling effect through artificial screes: a preliminary case study (Fribourg, Switzerland).** J. Dorthe, D. Abbet & R. Delaloye

10h00-10h15 **Datation relative de formes périglaciaires alpines à l'aide de méthodes paléogéographiques et du marteau de Schmidt (région du Mont Gelé – Mont Fort, Valais)**. C. Scapozza, C. Lambiel & E. Reynard

10h15-10h30 **Evolution de l'instabilité des parois rocheuses de haute montagne alpine depuis la fin du Petit Age Glaciaire – Les exemples du versant nord des Aiguilles de Chamonix et du bassin de la Mer de Glace**. L. Ravanel & P. Deline

10h30 – 11h00 *Pause café*

Session II « Valorisation paysagère » 11h00 – 12h00

Animation : Georgia Fontana

11h00-11h15 **Inventaire des géomorphosites des vallées d'Entremont et de Ferret (Valais). Quelques pistes de valorisation.** B. Maillard

11h15-11h30 **Un inventaire de géomorphosites dans le Parc jurassien vaudois (Col du Marchairuz, Suisse). Intégration de cavités et valorisation géomorphologique des réserves naturelles**. A. Perret

11h30-11h45 **Evaluation du paysage géomorphologique dans le cadre du projet de Parc Naturel Régional (PNR) Pfyn-Finges (Valais)**. S. Morard & A. Staub

11h45-12h00 **La Via GeoAlpina, un projet international de valorisations paysagère**
M. Schlup, L. Kozlik, M. Marthaler, S. Martin

12h00 – 14h00 *Repas à l'Albergo Olivone & Posta*

Session III : « Transformations du paysage et dangers naturels » 14h00 – 16h00

Animation : Christophe Lambiel

14h00-14h15 **Les successions d'interactions entre climat, sociétés et paysages dans un contexte de changement : les moyennes montagnes du Diois et des Cévennes à la sortie du Petit Age Glaciaire**. L. Astrade, N. Jacob & F. Allignol

14h15-14h30 **Reconstitution de l'évolution du lit du fleuve Mura (Hongrie-Slovénie) depuis 1843.** G. Toth

14h30-14h45 **TerraSAR-X interferometry for the survey of landslide activity and rockglacier movement in the Swiss Alps.** T. Strozzi & R. Delaloye

14h45-15h00 **Inventario dei movimenti di terreno per analisi dei segnali d'interferometria radar satellitari (periodo 1994-2007) nelle Alpi ticinesi.**
S. Mari, X. Bodin & C. Scapozza

15h00-15h15 **Murgänge in Preonzo.** C. Graf

15h15-15h30 **Cartographie géomorphologique et analyses dendrogéomorphologiques d'un système torrentiel complexe : Bochtür (Agarn, VS).**
V. Garavaglia, D. Theler, E. Reynard & M. Pelfini

15h30-15h45 **Urban development and landslide hazard management in the mountain resort of Predeal, Romanian Carpathians.** B. Mihai, I. Savulescu, I Sandric & Z Chitu

15h-45-16h00 **Importance du contexte géomorphologique sur les bisses du Valais**
E. Reynard

Session posters 16h00 – 17h00

- **Quelles circulations d'air dans les éboulis du Col de la Flüela ?**
  D. Abbet, M. Phillips, R. Delaloye, C. Hauck & S. Schneider
- **Approche dendroécologique du régime thermique des éboulis froids et des glaciers rocheux fossiles.** C.-A. Dvorak, M. Stoffel, C. Lambiel & P. Vittoz
- **L'évolution récente de l'exposition des bâtiments en zones de dangers naturels. Etude de site : la commune d'Ormonts-Dessus de 1942 à 2004.** F. Eggertswyler

- **Les jeunes géomorphologues se présentent / *Die Jungen Schweizer Geomorphologen präsentieren* sich.**
  Comite des Jeunes Géomorphologues de la Société Suisse de Géomorphologie (SSGm)
- **Cartographie du paléoenvironnement de la plaine alluviale du Rhône suisse de sa source au Lac Léman depuis la fin du Petit Age Glaciaire.** L. Laigre, G. Arnaud-Fassetta & E. Reynard
- **Richesse et diversité du géopatrimoine suisse : analyse de l'inventaire des géotopes d'importance nationale.** S. Martin
- **Géomorphologie de la montagne – Fiches pour l'enseignant.**.
  S. Morard, C. Scapozza, V. Duhem, R. Delaloye & E. Reynard
- **Structure interne et dynamique des glaciers rocheux du Massif de la Cima di Gana Bianca (Val Blenio, Tessin).** G. Ramelli, C. Scapozza, S. Mari & C. Lambiel
- **Cartographie géomorphologique et analyses dendrogéomorphologiques d'un système torrentiel complexe : Bochtür (Agarn, VS).** D. Theler, V. Garavaglia, E. Reynard & M. Pelfini

17h00 – 17h30 *Conclusions générales, clôture du colloque*

17h30 – 18h00 *Assemblée générale de la Société Suisse de Géomorphologie (SSGm/SGmG)*

18h00 – 19h00 *Apéritif offert par la commune de Blenio*

Samedi 5 septembre 2009

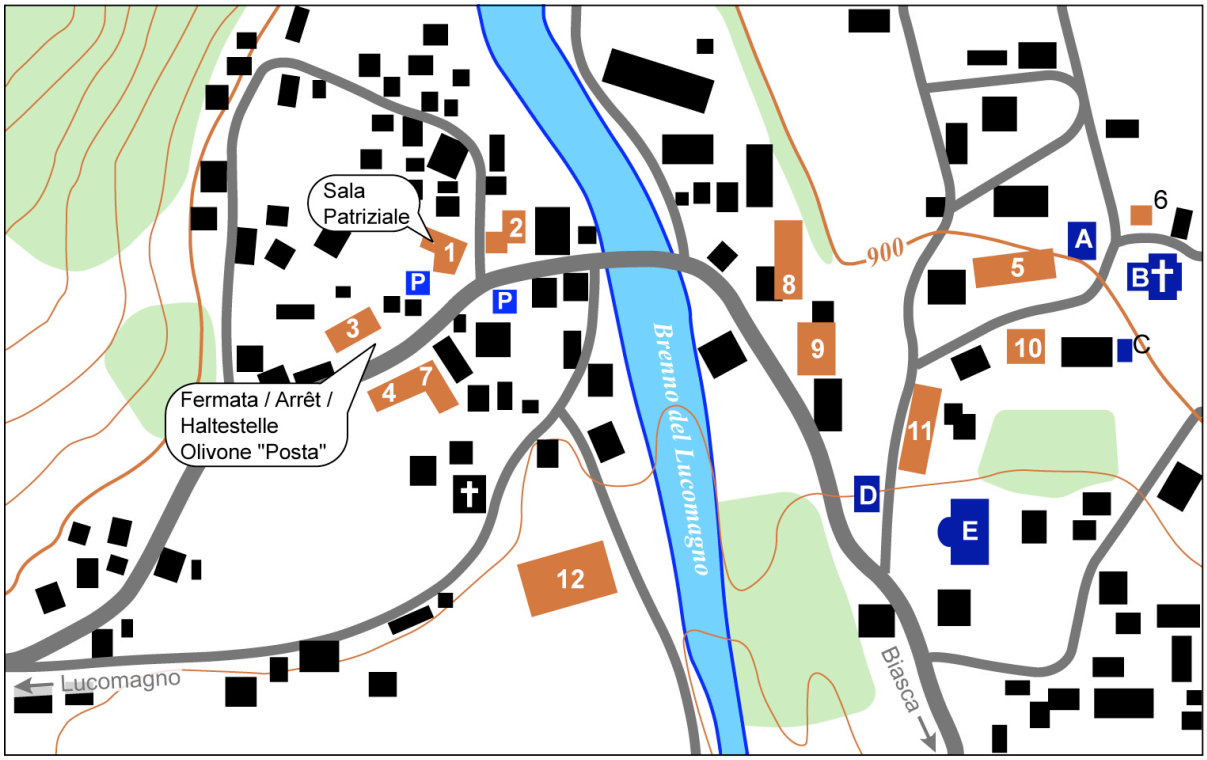
Excursion à la découverte de la géomorphologie de la région du Lucomagno

09h30 *Accueil des participants à l'excursion à l'arrêt du bus de Olivone (Posta). [Départ du bus depuis Biasca CFF à 09h03]*

09h47 *Départ du bus depuis Olivone (Posta) en direction du Col du Lucomagno*

10h15 – 15h30 *Excursion du Col du Lucomagno à Pian Segno. Interventions de plusieurs spécialistes de la région sur les thématiques de la géologie et géomorphologie régionale (en particulier géomorphologie karstique, glaciaire et périglaciaire), de l'hydrogéologie de la source du Brenno au Pertusio, de la gestion des dangers naturels (en particulier avalanches) qui affectent la route du Col du Lucomagno, et de la gestion et de la valorisation des milieux naturels de la région*

15h50 *Retour à Olivone*



1 Casa patriziale / Bürgerlichen-Haus / M. de la Bourgeoisie
2 Ente turistico / Tourismus-Büro / Office du tourisme
3 Banca Raiffeisen / Raiffeisenbank / Banque Raiffeisen
4 La Posta / Die Post / La Poste
5 Scuola / Schule / Ecole
6 Istituto Alpino per le Scienze della Vita (*Alpine Foundation for Life Sciences*)
7 Hôtel - ristorante Olivone & Posta
8 Bar Rex
9 Albergo - ristorante Arcobaleno
10 Casa Lucomagno
11 Osteria Centrale
12 Centro Polisport Olivone

A Museo / Museum / Musée "Cà da Rivöi"
B Chiesa / Kirche / Eglise "San Martino"
C Biblioteca / Bibliothek / Bibliothèque Vincenzo D'Alberti
D Cà Cumunal / Gemeinde-Haus / Maison de commune
E Villa Poglia (Centralone)

Plan du village de Olivone (Blenio)

Quelles circulations d'air dans les éboulis du col de la Flüela ?

Damien Abbet *, Marcia Phillips**, Reynald Delaloye*, Christian Hauck*, Sina Schneider*

*Département des Géosciences, Géographie, Université de Fribourg, Chemin du Musée 4, CH-1700 Fribourg (prénom.nom@unifr.ch)
**WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, CH-7260 Davos Dorf (phillips@slf.ch)

Près du col de la Flüela (Grisons, Suisse), la moitié inférieure du versant NE du Chlein Schwarzhorn (2968m) est un vaste tablier d'éboulis, constitué de plusieurs cônes coalescents, se terminant dans le lac du Schottensee (2376m). Des travaux d'excavation ayant révélé la présence de glace (pergélisol) à la base des éboulis et des mesures de sismique réfraction ont permis à Haeberli (1975) de préciser l'extension et certaines caractéristiques de ce pergélisol. De manière surprenante, celui-ci se concentre uniquement en pied d'éboulis. Cette répartition spatiale particulière du pergélisol a été expliquée par le rôle des dépôts de neige des avalanches qui isolent durablement le sol du réchauffement estival.

Répétant les mesures de réfraction sismique, Lerjen *et al.* (2003) confirment le rôle des avalanches mais ajoutent que les vents constants dans la région ainsi que la porosité et la granulométrie des matériaux influencent également le régime thermique de ces éboulis. Le pergélisol ne se rencontre qu'en pied d'éboulis, au milieu des gros blocs. A contrario, la partie supérieure de la pente, composée de matériaux de granulométrie plus fine, est totalement libre de glace. Deux forages réalisés en 2002 dans le haut et le bas de la pente (Luetschg *et al*. 2004) confirment cette répartition du pergélisol. Après 6 ans de mesure, Phillips *et al*. (2009) constatent que le pergélisol se dégrade très rapidement et que la fonte de la glace paraît avoir lieu depuis le bas, soit du Schottensee. De plus, le comportement inversé des températures du haut et du bas de l'éboulis, signature typique d'un effet de cheminée, laisse soupçonner l'existence d'une ventilation interne à l'éboulis.

Plusieurs campagnes de mesure (BTS et géophysique) ont été agendées pour 2009, avec comme objectifs principaux de préciser la structure interne des éboulis, l'évolution de la répartition de la glace et la représentativité spatiale des deux emplacements de forage. Ainsi, une campagne de mesures BTS (température à la base du manteau neigeux) en mars 2009, a permis de cartographier l'état thermique du sol sur l'ensemble de la pente d'éboulis. Elle a révélé un contraste thermique saisissant entre les parties hautes et basses de l'éboulis, caractéristique des éboulis ventilés (Delaloye et Lambiel 2005). Elle a également permis de localiser les emplacements où la température du sol est égale ou supérieure à 0°C, indicateurs des zones préférentielles par où l'air "chaud" s'échappe de l'éboulis en hiver. Cette carte permet également la planification adéquate des mesures géophysiques à venir, notamment de la tomographie électrique fixe. Les résultats de ces prospections seront présentés lors du colloque.

REFERENCES

Delaloye R., Lambiel C. (2005). Evidences of winter ascending air circulation throughout talus slopes and rock glaciers situated in the lower belt of alpine discontinuous permafrost (Swiss Alps). *Norsk Geografisk Tidsskrift* 59: 194-201.

Haeberli W. (1975). Untersuchungen zur Verbreitung von Permafrost zwischen Flüelapass and Piz Grialetsch (Graubünden). *Mitteilungen der VAW-ETH Zürich* 17: 1-221.

Lerjen M., Kääb A., Hoelzle M., Haeberli W. (2003). Local distribution pattern of discontinuous mountain permafrost. A process study at Flüela Pass, Swiss Alps. *Proceedings of the 8th Int. Conference on Permafrost*, Zurich, Switzerland, July 2003: 667-672.

Luetschg M., Stoeckli V., Lehning M., Haeberli W. (2004). Temperatures in two boreholes at Flüela Pass, Eastern Swiss Alps: the effect of snow redistribution on permafrost distribution patterns in high mountain areas. *Permafrost and Periglacial Processes* 15: 283-297.

Phillips M., Zenklusen Mutter E., Kern-Luetschg M., Lehning M. (2009). Rapid degradation of ground ice in a ventilated talus slope: Flüela Pass, Swiss Alps. *Permafrost and Periglacial Processes* 19: 1-14.

Les successions d'interactions entre climat, sociétés et paysages dans un contexte de changement : les moyennes montagnes du Diois et des Cévennes à la sortie du Petit âge glaciaire

Laurent Astrade*, Nicolas Jacob**, Françoise Allignol*

*Laboratoire EDYTEM, Université de Savoie/CNRS, Campus scientifique, F 73376 Le-Bourget-du-Lac cedex (laurent.astrade@univ-savoie.fr ; francoise.allignol@univ-savoie.fr)
**Environnement, Ville, Société, Université Lyon 2/CNRS, 5 Avenue Pierre Mendès-France 69676 Bron Cedex (nc_jacob@yahoo.com)

L'objet de ce travail est l'étude de l'évolution historique des paysages de moyenne montagne (Diois, Cévennes) dans un contexte de rupture tant climatique (fin du PAG) qu'anthropique (déprise rurale, actions de l'Etat contre l'érosion…). En effet, les phases de rupture, par leurs effets marquants sur les dynamiques hydro-géomorphologiques, sont des époques clés pour la connaissance des relations climat/homme/milieu. L'originalité réside dans le croisement entre des archives de natures différentes, les archives documentaires et les enregistrements par les indicateurs naturels (enregistrements fluviatiles, dendrochronologie et lichénométrie) comme un moyen d'identifier des seuils de passage d'un équilibre dynamique à un autre avec une résolution chronologique fine.

Les résultats permettent de préciser davantage la nature du changement climatique de la fin du PAG. La compilation de l'ensemble des séries chronologiques, confrontées aux enregistrements climatiques (crues, informations agricoles, enregistrements dans les cernes), permet d'identifier et de dater des phases de l'évolution des paysages dans le contexte de sortie du PAG. Il apparaît alors que les rythmes de la torrentialité, dans des environnements certes très anthropisés, sont directement liés aux petites fluctuations hydroclimatiques. Et les évolutions mises en évidence paraissent synchrones à l'échelle régionale.

Ce travail apporte des précisions nouvelles sur le rythme (par phases), la dynamique (rôle préparatoire à la crise de la sécheresse de 1830-1838) et la chronologie (commencement très précoce de l'incision des lits) de la transition entre le PAG et les conditions dans lesquelles se développent les versants et les lits dans les décennies actuelles. Les résultats permettent ensuite de mettre en avant le rôle du climat, amplifié par le contexte anthropique, dans l'explication de la stabilisation relative de la fin du 19e siècle et des rythmes de l'évolution des paysages.

La comparaison avec la situation actuelle de changement climatique ouvre des perspectives d'ordres différents. Du côté pratique, la détermination des vitesses d'évacuation de la charge de fond peut intéresser les gestionnaires à une époque où le déficit sédimentaire des cours d'eau devient une préoccupation dans la plupart des pays développés.

Une perspective scientifique pluridisciplinaire est ouverte grâce au travail de compilation de données hydrologiques et climatiques sur deux siècles et demi. Deux axes semblent intéressants à explorer : (i) la spatialisation des données relatives aux pluies torrentielles et aux crues dans les périodes antérieures aux observations instrumentale, (ii) l'étude des sécheresses exceptionnelles, phénomène encore peu connu du point de vue historique et géographique, dont on annonce une augmentation de la fréquence et de l'intensité au 21e siècle sur le pourtour du bassin méditerranéen.

Enfin d'un point de vue plus conceptuel, les résultats obtenus permettent d'alimenter une réflexion en matière d'histoire environnementale. Au cours du 19e siècle, la dynamique des systèmes étudiés est faite d'un enchaînement de situations très différentes. Les observations conduisent à préciser la notion de « crise », qui n'est plus le résultat d'une simple augmentation des contraintes sur l'environnement (pression anthropique ou forçage climatique) mais un moment déterminé en partie par l'héritage du système.

L'évolution récente (1950-2008) des glaciers rocheux de la vallée de Clarée : typologie réalisée d'après des observations géomorphologiques et la photogrammétrie

Etienne Cossart*, Romain Perrier *

*Prodig – CNRS UMR 8586, Universités Paris 1 et Paris 7, 2 rue Valette, F-75005 Paris (etienne.cossart@univ-paris1.fr ; romainperrier85@hotmail.com)

Les glaciers rocheux constituent un indicateur classiquement utilisé par les géomorphologues pour documenter l'extension du pergélisol. Plus précisément, la description morphologique de surface et la quantification de la vitesse de fluage des glaciers rocheux permettent de rechercher les zones de pergélisol possiblement soumise à dégradation (Kääb *et al*. 1997 ; Ikeda et Matsuoka 2002 ; Frauenfelder *et al*. 2005 ; Roer 2005 ; Bodin, 2007). Dans ce travail nous tentons de prolonger ces travaux, en décrivant l'évolution de plusieurs types de glaciers rocheux, situés dans des contextes géomorphologiques et topoclimatiques différents. Nous tentons ainsi de dresser une typologie des comportements des glaciers rocheux dans le contexte du réchauffement contemporain.

La Haute Vallée de la Clarée (Alpes du Briançonnais) est un terrain adapté à ce travail : par sa situation abritée des flux d'ouest, l'englacement est quasi-inexistant depuis le Petit Âge Glaciaire et l'étage périglaciaire est de grande étendue. De fait, les glaciers rocheux sont particulièrement nombreux. De plus, la vallée s'épanouit dans une structure géologique contrastée, opposant sa rive droite (zone briançonnaise, caractérisée par des affleurements calcaires et dolomitiques) et sa rive gauche (zone subbriançonnaise, caractérisée par des affleurements de grès et de schistes carbonifères) : la fourniture en débris des glaciers rocheux est ainsi nettement différenciée, offrant un contexte propice aux comparaisons.

Un inventaire de près de 30 glaciers rocheux a été réalisé, dans l'optique d'identifier les glaciers rocheux « frais ». Parmi ceux-ci, 7 objets ont été décrits à une échelle fine et particulièrement suivis par le biais de documents anciens (cartes, gravures) et de la photogrammétrie. Les résultats indiquent une variété des comportements des glaciers rocheux : quatre types ont pu être identifiés en fonction de (i) la tendance (ou non) à l'affaissement et de (ii) la vitesse du fluage. Cette dernière apparaît très variable, dépendant en grande partie du rythme de la fourniture sédimentaire et de « l'espace » dont les glaciers rocheux disposent à l'aval.

Au final, deux familles de glaciers rocheux présentent des indices d'une probable dégradation du pergélisol, et ce sur une gamme d'altitudes comprise entre 2600 et 2800 mètres.

REFERENCES

Bodin X. (2007). *Géodynamique du pergélisol de montagne : fonctionnement, distribution et évolution récente. L'exemple du massif du Combeynot (Hautes Alpes)*. Thèse de doctorat, Université Denis Diderot - Paris 7, 544 p.

Frauenfelder R., Laustela M., Kääb A. (2005). Relative age dating of alpine rockglacier surfaces. *Zeitschrift für Geomorphologie* 49(2): 145-166

Kääb A., Haeberli W., Gudmundsson G.H. (1997). Analyzing the creep of mountain permafrost using high precision aerial photogrammetry: 25 years of monitoring Gruben rock glacier, Swiss Alps. *Permafrost and Periglacial Processes* 8(4): 409-426.

Ikeda A., Matsuoka N. (2002). Degradation of talus-derived rock glaciers in the Upper Engadin, Swiss Alps. *Permafrost and Periglacial Processes* 13: 145–161

Roer I. (2005). *Rockglacier kinematics in a high mountain geosystem*. University of Bonn. PhD thesis: 217 p.

Air circulation and cooling effect through artificial screes: a preliminary case study (Fribourg, Switzerland)

Jonathan Dorthe*, Damien Abbet*, Reynald Delaloye*

*Geography Unit, Geosciences Department, University of Fribourg, Chemin du Musée 4, CH-1700 Fribourg (jonathan.dorthe@unifr.ch)

Occurrences and thermal impacts of air circulation throughout a natural porous medium have been detected and investigated for the last decade in many talus slopes located in mid-latitude regions (e.g. in the Swiss Alps and Prealps). The process makes sporadic permafrost to occur far below the regional lower limit of discontinuous permafrost. It is commonly accepted that connected systems of large voids facilitates the movement of air. Which void size and structure do prevent the circulation of air and the significant cooling of the ventilated terrain is still a remaining open question. The investigation of artificial gravel heaps consisting in material of different grain-size could provide key data to solve the problem.

By the end of a 4-week period of cold weather (daily mean temperature often colder than -5°C) in December 2008 / January 2009, with 10-20 cm deep laying snow cover, investigations similar to those performed on natural talus slopes (visual observations, ground surface temperature measurements, 2D electrical resistivity tomography) have been carried out on 8 artificial gravel heaps 2 to 12 m high located in a gravel pit close to Fribourg (620 m a.s.l., Switzerland). The study was aimed to analyse air circulation and its impact on the thermal regime of the artificial screes depending on the grain-size of the consisting material (<4 mm to 16-32 mm), the volume (10-2000 m^3) and the porosity of the heaps. The first results of this ongoing study can be resumed hereafter.

No evidence of air circulation was observed on the heaps with a grain-size <4 mm and a volume smaller than 30 m^3.

Conversely, the three gravel heaps (900-2000 m^3) with grain-size larger than 8-11 mm were affected by intense air circulation and showed the same evidences as those observed on natural talus slopes: on the one hand the top of each heap was unfrozen, wet and snowless due to the expelling of warm air from inside the deposit; on the other hand the lower parts of the heaps were strongly frozen with temperature much lower than -5°C. Therefore, an excavation revealed that the material was frozen deep inside the heap. In the frozen section, ice bounds cemented the grains together or were absent (sublimation?), in both cases leaving the porosity open for air to circulate continuously. The gravel pit holder also mentions that the interior of the large heaps can be sometimes frozen until the beginning of summertime.

At this stage, it can be stated that an open-void debris accumulation consisting of clasts with a grain-size as small as about 1 cm does not prevent an efficient circulation of air throughout the whole of the porous medium and its consecutive overcooling in wintertime.

Approche dendroécologique du régime thermique des éboulis froids et des glaciers rocheux fossiles

Claire-Anne Dvorak*, Markus Stoffel**, Christophe Lambiel***, Pascal Vittoz****

*Rue des Eterpaz 17bis, CH-1337 Vallorbe (claire_anne_dvorak@hotmail.com)
**Laboratoire de Dendrogéomorphologie, Institut de Géologie, Université de Berne, Baltzerstrasse 1-3, CH-3012 Berne (markus.stoffel@dendrolab.ch)
***Institut de Géographie, Université de Lausanne, Anthropole – Dorigny, CH-1015 Lausanne (christophe.lambiel@unil.ch)
****Département d'écologie et évolution, Université de Lausanne, Sorge – Biophore, CH-1015 Lausanne (pascal.vittoz@unil.ch)

L'étude des circulations d'air dans les dépôts sédimentaires est relativement récente (par ex. Wakonigg 1996 ; Delaloye 2004 ; Lambiel 2006), même si leurs effets sur la faune et la flore environnante sont décrits depuis de nombreuses années. Les méthodes utilisées à ce jour pour comprendre ce processus sont nombreuses, mais ne permettent que des mesures ponctuelles et en temps réel. Cette étude cherche à analyser l'évolution temporelle des circulations d'air en étudiant leur impact sur la végétation. La méthode utilisée est la dendroécologie, qui étudie les relations entre la largeur des cernes des arbres et les phénomènes environnementaux. Les sites d'étude sont localisés dans la combe de Dreveneuse (VS), au front d'un glacier rocheux fossile et dans la partie inférieure d'un éboulis froid.

Des épicéas nains situés sur ces deux sites ont été étudiés. La croissance particulière de ces arbres est caractéristique des contraintes environnementales importantes qui y règnent et qui freinent leur développement. Pour cette étude, les épicéas nains ont été sciés à la base du tronc et quatre rondelles ont été prélevées à différentes hauteurs. La mesure de la largeur des cernes a été réalisée sur quatre axes : amont, aval et latéralement. Les rythmes de croissance ont ensuite été comparés avec une courbe de croissance de référence établie à l'aide des épicéas de la forêt climacique avoisinante, des données climatiques et de facteurs d'ordre géomorphologique.

Les résultats montrent une différence de croissance importante entre les deux sites d'étude. Même si les arbres avaient une taille comparable, les épicéas nains du glacier rocheux fossile ont poussé beaucoup plus rapidement que ceux situés au pied de l'éboulis froid. Les deux sites ont donc été étudiés séparément. L'âge moyen des arbres à la base du tronc varie entre 37 et 50 ans pour le premier site et entre 53 et 104 pour le second.

Les épicéas nains du glacier rocheux fossile montrent un taux de croissance relativement stable sur toute leur durée de croissance. Par contre, ceux situés au pied de l'éboulis froid montrent une diminution significative de leur taux de croissance à partir du début des années 1990. De plus, durant cette même période, un certain nombre de cernes partiels ont été observés, ce qui met en évidence des conditions de croissance particulièrement difficiles.

Ces résultats laissent penser que l'intensité des circulations d'air a été modifiée de manière positive au début des années 1990, ce qui correspond également au début du forçage climatique. Le faible nombre d'arbres échantillonnés ne permet pas d'apporter des conclusions définitives et laisse un grand nombre de questions ouvertes. Cependant, cette méthode semble montrer des résultats exploitables pour une compréhension du phénomène de circulation d'air, sur une période de temps plus importante.

REFERENCES

Delaloye R. (2004). *Contribution à l'étude du pergélisol de montagne en zone marginale*. Fribourg, Département de Géosciences, GeoFocus 10, 240 p.

Lambiel C. (2006). *Le pergélisol dans les terrains sédimentaires à forte déclivité: distribution, régime thermique et instabilités*. Lausanne, Institut de Géographie, Travaux et Recherches 33, 260 p.

Wakonigg H. (1996). Unterkühlte Schutthalden. *Arbeiten aus dem Inst. f. Geogr. Karl-Franzens-Universität Graz* 33: 209-233.

L'évolution de l'exposition des bâtiments en zones de dangers naturels. Etude de site: la commune d'Ormont-Dessus de 1942 à 2004

Fabian Eggertswyler*

*Institut de Géomatique et d'Analyse du Risque, Université de Lausanne, Amphipôle – Sorge, CH-1015 Lausanne (fabian.eggertswyler@unil.ch)

Les vallées alpines, jusqu'alors peu occupées, qui représentent un cadre de vie et d'activités économiques non négligeables, sont fortement marquées par la croissance urbanistique (Jaeger *et al*. 2007). En Suisse, «… *pratiquement toutes les vallées sont exploitées touristiquement* » (Holzgang *et al*. 2001, p. 61 ss.). Par conséquent, on assiste à la construction d'habitats et d'infrastructures dans des milieux escarpés où le sol est un bien limité. Le développement des infrastructures dans ces zones exposées aux dangers naturels contribue à augmenter l'ampleur des dégâts dus à des catastrophes naturelles.

Depuis 1997, la gestion des risques naturels fait partie intégrante de la planification du développement territorial. En effet, la façon dont nous occupons le territoire, en prenant en compte les dangers naturels, peut influencer notre sécurité. Il est par conséquent primordial de planifier l'aménagement du territoire afin de minimiser le risque. Cette prise en considération permet « *de limiter l'augmentation du potentiel de dommage et de ne pas l'aggraver dans les zones à risques voire de les réduire à long terme* » (OFEV et OFS 2007, p. 102 ss.).

Au moyen d'un système d'information géographiques (ArcGIS), de photos aériennes prises entre 1942 et 2004, et des cartes indicatives des dangers naturels, une analyse spatiotemporelle de l'évolution de l'exposition des bâtiments en zone de dangers naturels pour la commune d'Ormont-Dessus est effectuée dans le cadre de ce travail de master.

En effet, située dans les Préalpes, la commune d'Ormont-Dessus, de par sa géomorphologie, est soumise à des dangers divers et multiples : avalanches, mouvements de terrain et laves torrentielles. Néanmoins, ces zones de risque ont « … *été occupées et exploitées depuis longtemps, par nécessité agricole surtout* » (Stucki et Rognon 1998, p. 47 ss.).

Ainsi, ce travail, par le biais d'une analyse de l'évolution du bâti sur les pentes et les flancs de montagne de la commune d'Ormont-Dessus, fournit un compte-rendu du développement des infrastructures au cours des 60 dernières années.

D'après les résultats, il est possible de vérifier si les réglementations fixées en matière de dangers naturels et d'aménagement du territoire sont adaptées et mises en application. De plus, la représentation cartographique de l'évolution de l'environnement « construit » permet de relever, comprendre et documenter les changements auxquels la commune a été soumise et ainsi, de sensibiliser les autorités politiques et administratives de la région.

REFERENCES

Holzgang O., Pfister H.P., Heynen D., Blant M., Righetti A., Berthoud G., Marchesi P., Maddalena T., Müri H., Wendelspiess M-A., Dändliker G., Mollet P., Bornhausersieber U. (2001). *Les corridors faunistiques en Suisse*. Berne, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), Société suisse de Biologie et de la Faune (SSBF) et Station ornithologique suisse de Sempach, Cahier de l'environnement 326, 120 p.

Jaeger J., Bertillet R., Schwick C. (2007). *Morcellement du paysage en Suisse. Analyse du morcellement 1885 - 2002 et implications pour la planification du trafic et l'aménagement du territoire, version succincte*. Neuchâtel, Office fédéral de la statistique (OFS), 36 p.

OFEV et OFS (2007). *Environnement Suisse 2007*. Berne et Neuchâtel, Office fédéral de l'environnement (OFEV) et Office fédéral de la statistiques (OFS), 148 p.

Stucki E. et Rognon P. (1998). *La Vallée des Ormonts face aux changements climatiques et aux catastrophes naturelles*. Rapport de travail/PNR31, ETH Zürich, Institut d'Economie Rurale (IER), 67 p.

Murgänge in Preonzo

Christoph Graf*

*WSL Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf (christoph.graf@wsl.ch)

Im oberen Einzugsgebiet des Riale Valegiòn bei Preonzo in der Riviera/Kt. TI aktiviert sich seit den 90-er Jahren eine instabile Zone (BWG 2002; Willenberg *et al*. 2009). Gemeinde und Kanton installierten auf der Alpe di Roscero ein ständiges Überwachungssystem: Sonden messen die Kluft zwischen der zerfallenden Felsmasse und dem Muttergestein. Sie leiten jede Veränderung direkt an die Gemeindeverwaltung weiter und lösen auch automatisch Alarm bei der Polizei aus.

Grössere Abbrüche donnerten zum Glück bisher nicht in den Talboden, wo ein grösseres Industriegebiet angesiedelt ist, sondern blieben mehrheitlich auf einem grossen Kegel unterhalb der Abbruchstelle liegen. Aus diesem Kegel lösten sich in den letzten Jahren immer wieder Murgänge. Zum Schutze der Industriezone wurde ein grosser Geschiebesammler errichtet, welcher Auswirkungen der beiden Massenbewegungsformen bewältigen soll. Zur Überwachung und Kontrolle der Murgänge installierte die WSL eine automatische Murgangbeobachtungsstation am Riale Valegiòn. Nachdem jüngere Ablagerungen auf dem Kegel den Abfluss südwärts verschoben haben, wurde die Station am neu geschaffenen Gerinne wieder aufgebaut. Dieses wird durch zwei Leitdämme so beeinflusst, dass Murgänge doch wieder in den Geschiebesammler gelangen. Die Wirkung der beiden Dämme konnte durch die Nachsimulation neuster Murgangereignisse mit der Simulationssoftware RAMMS (Rapid Mass Movements) bestätigt werden (Graf & McArdell 2008). Zur Kalibrierung wurden Daten eines Murgangereignisses aus dem Jahre 2004 mit Schadenfolge in der Industriezone vor Errichtung der beiden Leitdämme verwendet. Die neu errichteten Dämme wurden im hochaufgelösten Geländemodell ergänzt und die jüngsten Ereignisse der letzten Jahre konnten korrekt nachsimuliert werden.

REFERENCES

BWG (2002). *Hochwasserschutz im Fluss*. Bern, Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG) (in Deutsch, Französisch und Italienisch), 15 s.

Graf C., McArdell B.W. (2008). Simulation of debris flow runout before and after construction of mitigation measures: an example from the Swiss Alps. *In* S.S. Chernomorets (Ed.). *Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protectio*n. Proceedings of the International Conference. Pyatigorsk, Russia, 22-29 September 2008. Pyatigorsk, Sevkavgiprovodkhoz Institute: 233-236.

Willenberg H., Eberhardt E., Loew S., McDougall S., Hungr O. (2009). Hazard assessment and runout analysis for an unstable rock slope above an industrial site in the Riviera valley, Switzerland. *Landslides* 6: 111–116.

Les Jeunes Géomorphologues suisses se présentent
Die Jungen Schweizer Geomorphologen präsentieren sich

Comité des Jeunes Géomorphologues de la Société Suisse de Géomorphologie (SSGm)*/ Vorstand der Jungen Geomorphologen der Schweizerischen Geomorphologischen Gesellschaft (SGmG)*

*Contact/Kontact : Sébastien Morard (sébastien.morard@unifr.ch), Holger Frey (holger.frey@geo.uzh.ch), Sarah Christine Strähl (sarah.straehl@unibes.ch), Cristian Scapozza (cristian.scapozza@unil.ch)

Suite aux expériences d'autres pays européens comme l'Allemagne, la France ou l'Autriche, la Suisse s'est dotée tous récemment d'un comité de Jeunes Géomorphologues, fonctionnant à l'intérieur de la Société Suisse de Géomorphologie (SSGm). Ce comité a été créé afin de promouvoir, valoriser et échanger des connaissances géomorphologiques entre jeunes chercheurs (étudiant-e-s, doctorant-e-s et post-doctorant-e-s) actifs dans le domaine de la géomorphologie ou dans des domaines proches.

Les objectifs principaux du comité des jeunes géomorphologues consistent dans l'organisation d'activités visant la rencontre entre jeunes géomorphologues suisses et dans des échanges avec des sociétés similaires dans d'autres pays des Alpes. Ces activités se veulent un espace de discussion informelle entre jeunes géomorphologues ou entre jeunes géomorphologues et des chercheurs d'autres branches (interdisciplinarité). Elles souhaitent également faire découvrir la diversité de l'aspect régional de la géomorphologie suisse.

Les tâches principales du comité des Jeunes Géomorphologues sont de créer et gérer un réseau de contacts comprenant tous les jeunes géomorphologues actifs en Suisse et les jeunes géomorphologues suisses actifs à l'étranger et de promouvoir des activités d'échange entre les membres du réseau. Ces activités pourront comprendre, par exemple, des excursions thématiques ou de découverte géomorphologique d'une région, des workshops scientifiques et des espaces de discussion, des soirées de rencontre sous la forme de *social events* ou des journées de rencontre avec des jeunes géomorphologues provenant d'autres pays.

In Anlehnung an die Erfahrungen anderer Europäischer Länder wie Deutschland, Frankreich oder Österreich ist auch in der Schweiz ein Ausschuss der Jungen Geomorphologen, welcher innerhalb der Schweizerischen Geomorphologischen Gesellschaft (SGmG) funktioniert, gegründet worden. Zweck dieses Gremiums ist die aktive Förderung des Austausches von Fachwissen unter jungen Wissenschaftlern (StudentInnen, DoktorandInnen und Post-Docs) im Bereich der Geomorphologie und verwandten Disziplinen.

Die Hauptziele der Jungen Geomorphologen bestehen in der Organisation von Aktivitäten welche junge Geomorphologen und Geomorphologinnen der Schweiz zusammenbringen, sowie im Austausch mit ähnlichen Organisationen in anderen Alpenländern. Diese Anlässe sollen informelle Diskussionsplattforme innerhalb der Jungen Geomorphologen und zwischen jungen GeomorphologInnen und Forschenden aus anderen Bereichen bilden. Ausserdem sollen sie die Vielfalt der regionalen Aspekte der Schweizerischen Geomorphologie hervorheben.

Die Hauptaufgabe der Jungen Geomorphologen besteht in der Schaffung und Verwaltung eines Kontaktnetzwerkes. Dieses umfasst einerseits alle, die in der Schweiz aktiv sind oder aus der Schweiz kommen und im Ausland tätig sind. Das Ziel ist, den Austauschen zwischen den einzelnen Mitgliedern zu fördern. Die Aktivitäten können beispielsweise thematische Exkursionen, geomorphologische Führungen einer Region oder wissenschaftliche Workshops und Diskussionsrunden sein, ebenso wie gesellschaftliche Zusammentreffen in der Form von social events *oder Reisen zu Treffen mit jungen GeomorphologInnen anderer Länder.*

Cartographie du paléoenvironnement de la plaine alluviale du Rhône suisse de sa source au Lac Léman depuis la fin du Petit Age Glaciaire

Laetitia Laigre*, Gilles Arnaud-Fassetta**, Emmanuel Reynard***

*Institut de Géographie, Université de Lausanne, Anthropole – Dorigny, CH-1015 Lausanne (laigre.laetitia@gmail.com)
**Département de Géographie, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Université Val-de-Marne (Paris 12), Avenue du Général de Gaulle 61, F-94010 Créteil Cedex (gilles.arnaud-fassetta@univ-paris12.fr)
***Institut de Géographie, Université de Lausanne, Anthropole – Dorigny, CH-1015 Lausanne (emmanuel.reynard@unil.ch)

Le Rhône suisse, comme la majorité des cours d'eau européens, a subi d'importantes variations morphologiques depuis la fin du Petit Age Glaciaire (1350-1850). La cartographie paléo-environnementale (voir Bravard *et al.* 2008) effectuée à partir de la comparaison de cartes anciennes du Valais entre 1835 et 2001 a permis la spatialisation des tronçons du Rhône ayant fait l'objet de métamorphoses (Laigre 2009). En Valais, celles-ci sont caractérisées par le passage d'un lit tressé ou à méandres au lit rectiligne actuel.

La recherche des facteurs explicatifs de ces métamorphoses a mis en avant deux causes majeures : le facteur naturel qui est matérialisé par la modification des apports sédimentaires, mais aussi et surtout le facteur anthropique.

Les inondations majeures qui se sont succédées jusqu'en 1860 en Valais ont entraîné une prise de conscience de la nécessaire maîtrise des eaux du Rhône. Les politiques de correction du fleuve engagées à partir de 1860 ont entraîné la disparition de l'ensemble des zones de méandrage et de tressage du lit du Rhône, à l'exception du secteur de l'Illgraben. L'endiguement du fleuve et le drainage de la plaine ont également abouti à une évolution paysagère majeure de la vallée du Rhône. La réduction des larges surfaces marécageuses qui caractérisaient la plaine jusqu'en 1860 a modifié l'occupation du sol et favorisé l'expansion de l'habitat dans la plaine et l'ancien lit mineur du Rhône.

La cartographie paléoenvironnementale du Rhône permet de mettre en évidence à la fois les zones d'écoulement préférentiel lors des crues et les secteurs pouvant être utilisés comme zone d'expansion des crues lors d'évènements hydrologiques importants. Mais elle a également conduit à l'identification de paléoformes propices à la détermination de l'histoire morphosédimentaire et hydroclimatique de la vallée du Rhône suisse à l'échelle de l'Holocène.

REFERENCES

Bravard J.-P., Provansal M., Arnaud-Fassetta G., Chabbert S., Gaydou P., Dufour S., Richard F., Valleteau S., Melun G., Passy P. (2008). Un atlas du paléo-environnement de la plaine alluviale du Rhône, de la frontière suisse à la mer. *In* M. Desmet., Magny M., Mocci F. (coord.). Du climat à l'Homme. Dynamique holocène de l'environnement dans le Jura et les Alpes. Actes du colloque GDR JURALP organisé à Aix-en-Provence les 15 et 16 novembre 2007**.** *Collection du Laboratoire EDYTEM, Cahiers de Paléoenvironnement* 6 : 101-116.

Laigre L. (2009). *Etude diachronique de la dynamique fluviale du Rhône suisse depuis la fin du Petit Age Glaciaire - Cartographie paléoenvironnementale sectorielle de la source au lac Léman*. Mémoire de licence, Université Paris 1.

Déstabilisation d'un glacier rocheux actif (Val de Moiry, Valais)

Christophe Lambiel*, Cristian Scapozza*

*Institut de Géographie, Université de Lausanne, Anthropole – Dorigny, CH-1015 Lausanne (christophe.lambiel@unil.ch)

La déstabilisation de glaciers rocheux est un phénomène découvert récemment dans les Alpes (Roer *et al*. 2008). Ces glaciers rocheux présentent généralement des vitesses élevées, associées à la présence de crevasses et/ou de niches d'arrachement.

Le glacier rocheux de Tsaté-Moiry se trouve en rive gauche du Val de Moiry (Val d'Anniviers, Valais), sur le versant nord-est de la Pointe du Tsaté, à une altitude de 2700 m (front). La granulométrie est très hétérogène, avec des blocs métriques qui côtoient des fragments beaucoup plus fins. Les limites du glacier rocheux, composé de calcschistes, sont dans l'ensemble peu marquées. Seule la partie aval se détache bien des éboulis environnants. Des crêtes latérales s'observent néanmoins aisément. Leur partie interne laisse affleurer des sédiments fins, qui constituent la matrice interne du glacier rocheux, alors qu'une couverture de blocs caractérise la partie intra-rides du glacier rocheux. Ce tapis de blocs est cependant interrompu à plusieurs endroits par des niches d'arrachement de 2-3 m de hauteur qui se succèdent en direction de l'aval. Ces particularités morphologiques témoignent de processus de glissement qui affectent le glacier rocheux.

Depuis l'été 2005, des mesures de mouvement d'une cinquantaine de blocs sont effectuées à l'aide du GPS différentiel en début d'été (juillet) et en automne (début octobre). Ces mesures confirment la stabilité des crêtes latérales et les vitesses élevées du centre du glacier rocheux que l'on pouvait supposer à la lecture des observations géomorphologiques. Les vitesses annuelles horizontales de surface de la partie aval de la formation sont passées de 4.5 m/a en 2005-2006 à 7 m/a en 2007-2008. Dans la partie amont, les vitesses sont de l'ordre de 1 m/a. Des vitesses estivales jusqu'à 15 m/a ont été mesurées lors de l'été 2008 dans la partie aval du glacier rocheux. En été 2006, les vitesses ont été beaucoup plus lentes que durant les deux étés suivants. Ces variations interannuelles coïncident avec des différences notables de la moyenne annuelle des températures de surface, qui ont été nettement plus froides en 2006 qu'au cours des deux années suivantes. Entre octobre et juillet (vitesses hivernales), les valeurs sont généralement près de trois fois plus lentes qu'en été (env. 5 m/a dans la partie aval).

Les nombreux indices de déstabilisation présents montrent que la composante de type glissement prend une part (très) importante dans le mouvement du glacier rocheux. Les vitesses extrêmes mesurées en été sont probablement liées aux infiltrations d'eau vers la profondeur (Ikeda *et al*. 2008). La similarité entre les variations interannuelles des vitesses et de la température de la surface du terrain montre cependant que la dynamique du glacier rocheux est aussi dictée par les variations de sa température.

REFERENCES

Ikeda A., Matsuoka N., Kääb A. (2008). Fast deformation of perennially frozen debris in a warm rock-glacier in the Swiss Alps: an effect of liquid water. *Journal of Geophysical Research* 113: F01021.

Roer I., Haeberli W., Avian M., Kaufmann V., Delaloye R., Lambiel C., Kääb A. (2008). Observations and considerations on destabilizing active rockglaciers in the European Alps. *Proceedings of the Ninth International Conference on Permafrost,* Fairbanks, Alaska, June 2008: 1505-1510.

Inventaire des géomorphosites des vallées d'Entremont et de Ferret (Valais). Quelques pistes de valorisation

Benoît Maillard*

*Institut de Géographie, Université de Lausanne, Anthropole – Dorigny, CH-1015 Lausanne (benoit.maillard@unil.ch)

La présentation se focalise sur les résultats d'un inventaire de géotopes concernant les vallées d'Entremont et de Ferret, dans le Bas-Valais, entrepris dans le cadre d'un travail académique. Cette région montagneuse se caractérise par un cadre géologique varié et un environnement naturel grandiose ; aussi, se prête-elle bien à ce type de travail.

La volonté d'entreprendre une telle recherche découle d'un double constat. On relève d'une part de profondes lacunes dans les connaissances du grand public dans le domaine des sciences de la Terre. Dans notre pays, la géomorphologie jouit également d'une mauvaise prise en compte dans les politiques d'aménagement du territoire et de protection de la nature, alors que la composante géomorphologique du territoire subit une pression accrue par les activités anthropiques. D'autre part, le patrimoine géomorphologique, souvent spectaculaire, offre un potentiel intéressant de valorisation touristique ; on ressent ainsi une évolution dans les attentes de certaines catégories de touristes, avec une demande croissante pour les activités de loisir en lien avec la nature. Cette tendance se traduit par l'émergence du géotourisme, qui vise à promouvoir les sciences de la Terre par le tourisme.

Pour améliorer à la fois la connaissance de la géomorphologie et sa prise en compte dans les diverses politiques, il est nécessaire de procéder dans un premier temps à un état des lieux du patrimoine géomorphologique. Nous avons pour cela utilisé la notion, relativement récente, de géotope ; celui-ci peut être défini comme *« un objet géologique ou géomorphologique qui présente une valeur intéressante pour la compréhension de l'histoire de la Terre, des espèces et du climat »* (Grandgirard 1997) ; ce concept permet d'identifier les formes les plus intéressantes du paysage géomorphologique, appelées également géomorphosites. Dans notre étude, nous nous sommes ainsi proposé de découvrir dans quelle mesure l'outil de l'inventaire de géomorphosites peut favoriser ou améliorer la connaissance et la mise en valeur du patrimoine géomorphologique. Quelles sont les pistes privilégiées pour y parvenir ? Notre démarche a d'abord consisté à sélectionner les géomorphosites parmi les nombreuses formes géomorphologiques du territoire, puis à les évaluer selon une méthodologie éprouvée (Reynard *et al.* 2007).

Dans cet exposé, nous présentons les résultats de l'évaluation des géomorphosites de la région, ainsi que les pistes explorées pour la mise en valeur de ce patrimoine dans un cadre touristique.

REFERENCES

Grandgirgard V. (1997). *Géomorphologie, protection de la nature et gestion du paysage*. Fribourg, Institut de Géographie, Thèse de doctorat n°1163.

Reynard E., Fontana G., Kozlik L., Scapozza C. (2007). A method for assessing "scientific" and "additional values" of geomorphosites. *Geographica Helvetica* 62: 148-158.

Inventario dei movimenti di terreno per analisi dei segnali d'interferometria radar satellitari (periodo 1994-2007) nelle Alpi Ticinesi

Stefano Mari*, Xavier Bodin*, Cristian Scapozza**

*Département des Géosciences, Géographie, Université de Fribourg, Chemin du Musée 4, CH-1700 Fribourg (stefano.mari@unifr.ch)
**Institut de Géographie, Université de Lausanne, Anthropole – Dorigny, CH-1015 Lausanne (cristian.scapozza@unil.ch)

Il principale obiettivo di questo lavoro è di ottenere dei dati sui movimenti di terreno in zona di permafrost nel Cantone Ticino.

I parametri di velocità e forma geomorfologica utilizzati sono i medesimi dei parametri già impiegati in altri lavori analoghi effettuati in Vallese (Delaloye *et al.* 2008). Questo modo di procedere ha come scopo di stabilire una logica di continuità tra i differenti studi, che alla fine dovrebbero coprire un vasto territorio delle Alpi Svizzere in regioni periglaciali.

In conformità all'obiettivo di partenza sono stati effettuati i seguenti lavori:

- elaborazione di un progetto ArcGIS con conseguente analisi dei dati InSAR e produzione di un inventario di poligoni;
- controllo dell'attendibilità dei segnali mediante confronto con dati meteo, analisi della corrispondenza di elementi geomorfologici (essenzialmente in base a ortofoto);
- fornitura dei dati in formato digitale ArcGIS.

Le investigazioni InSAR presentano dei limiti metodologici che sono parte integrante di questa tecnica, e che si presentano quindi ovunque si voglia applicare, limiti dovuti anche alla soggettività delle interpretazioni degli autori. È invece interessante valutare la qualità dei risultati in base a criteri specifici della regione studiata, in dettaglio la qualità degli interferogrammi in base alle zone e in base alla meteo regionale.

Questo lavoro ha permesso di inventariare 177 poligoni di movimento, con velocità variabili da cm/d a cm/y. Si è tuttavia osservato come le velocità di movimento dei terreni occidentali siano generalmente superiori alle velocità dei terreni situati nella parte orientale del Cantone. La causa di questa differenza è forse da addebitare ad un differente regime pluviometrico; questa sarà quindi l'ipotesi di lavoro di future investigazioni. I poligoni sono ripartiti abbastanza uniformemente sul territorio delle valli di Blenio, Bedretto, Leventina, Maggia e Verzasca (ad eccezione naturalmente dei fondovalle) e si sovrappongono abbastanza fedelmente alla carta della modellizzazione della distribuzione del permafrost (Scapozza *et al.* 2008). Si tratta quindi di movimenti di alta montagna.

Sono stati rilevati anche diversi movimenti di terreno in zone più basse dovuti a molteplici cause geomorfologiche. Alcuni di questi movimenti hanno confermato la presenza sul territorio di frane già da tempo conosciute dalle competenti autorità cantonali di sorveglianza dei pericoli naturali.

Questo elenco dei movimenti di terreno ottenuto tramite InSAR è inoltre servito per l'elaborazione del catasto dei rock glaciers delle Alpi Ticinesi (Scapozza e Mari, in prep.), permettendo di differenziare i rock glaciers attivi dagli inattivi, e fornendo indicazioni e conferme sulle loro caratteristiche e dinamiche.

REFERENZE

Delaloye R., Perrouchoud E., Lambiel C., Lugon R. (2008). *InSAR Haut Valais, inventaire des mouvements de terrain par analyse de signaux d'interférométrie radar satellitaire (période 1993-2000). Rapport final*. Berne, Office fédéral de l'environnement (OFEV).

Scapozza C., Mari S., Valenti G., Strozzi T., Gex P., Fontana G., Müller G., Lambiel C., Delaloye R., Reynard E. (2008): Permafrost map of the Eastern Ticino Alps. *6th Swiss Geoscience Meeting*, Lugano, Switzerland, 21-23 November 2008, Abstract volume 6.26: 203-204.

Scapozza C., Mari S. (in prep.). Catasto, caratteristiche e dinamica dei rock glaciers delle Alpi Ticinesi (Svizzera). *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*.

Richesse et diversité du géopatrimoine suisse : analyse de l'inventaire des géotopes d'importance nationale

Simon Martin*

*Institut de Géographie, Université de Lausanne, Anthropole – Dorigny, CH-1015 Lausanne (simon.martin@unil.ch)

L'inventaire des géotopes d'importance nationale a vu le jour en 1999 (W.G. for the Protection of Geotopes in Switzerland 1999), sous l'impulsion de groupe de travail sur les géotopes de Suisse, appelé alors groupe de travail pour la protection des géotopes en Suisse. Cet inventaire comprenait 401 sites, documentés de façon très diverse. Un grand travail de révision et d'uniformisation a été lancé depuis, aboutissant à la publication d'une liste provisoire de 248 sites (Berger *et al*. 2008). Actuellement, la révision se poursuit avec, comme objectif, la publication d'une liste définitive à la fin de l'année 2009.

Ce poster présente les résultats d'analyses réalisées sur les données figurant à l'inventaire en juin 2009, soit 376 objets. Les analyses conduites ont pour objectif de représenter de manière synthétique et visuelle la répartition spatiale des sites sélectionnés et l'influence de certains facteurs sur cette localisation : population, urbanisation, géologie, relief, etc. Un accent particulier est mis sur la vulnérabilité et le degré de protection des géotopes d'importance nationale sélectionnés. Les résultats sont présentés sous forme tant de graphiques que de cartes.

REFERENCES

Berger J.-P., Reynard E., Bissig G., Constandache M., Dumas J., Felber M., Häuselmann P., Jeannin P.-Y., Schneider H. (2008). *Révision de la liste des géotopes d'importance nationale: rapport du groupe de travail 2006-2007*. Fribourg, Groupe de travail pour les géotopes en Suisse, 17 p.

Working Group for the Protection of Geotopes in Switzerland (1999). Inventory of geotopes of national significance. *Geologia Insubrica* 4(1): 31-48.

Urban development and landslide hazard management in the mountain resort of Predeal, Romanian Carpathians

Bogdan Mihai*, Ionut Savulescu*, Ionut Sandric*, Zenaida Chitu*

*University of Bucharest, Faculty of Geography, 1, Nicolae Balcescu Blvd., 010141 Bucharest, Sect. 1, Romania (bogdan@geo.unibuc.ro)

The town of Predeal is the highest urban settlement in the Romanian Carpathians (1000-1160 m) and one of the famous ski resorts in Romania and Central Europe. Since the end of the 19th century, the settlement developed close to the former border with Hungary as a border railway point and then as an emerging tourist centre. The built-area covers few square kilometres, within an important watershed area where stream piracy is a common phenomenon. The resort developed mainly along the transcarpathian national road and railroad from Bucharest to Brasov, and also on the gentler slopes where the Cretaceous flysch, rich in clay and marl occurs. Development stages made possible the transition from a scattered urban structure, to a more and more compact one. Since the 60s and the 70s stream erosion on these slopes is controlled after a large forest recovery project within the catchments. The other problem which remained is the landslides bodies, most of them dormant for a long time.

Since the 90s, and mainly since the year 2001, a large imobiliary pressure begun on these slopes. Old vacation houses were restored, some of them were replaced by new houses, even buildings, but the most dramatic situation is related to the new, emerging hotels and villas developed on places with thick delluvial deposits (more than 3-5 m) and a complex water table configuration. Since the year 2005, we identified and mapped using geomorphological and pedological investigation as well as a DGPS survey, more than 6 landslide bodies, within the Predeal built-up area (about 3.5 km^2). They are covered by a lot of old and new houses, some of them higher than 3 floors (more than 30 houses).

The main target of this paper is the *evaluation and the mapping of the landslide susceptibility and then of the landslide related hazard*. The landslide susceptibility map was obtained through of a probabilistic approach, based on the calculation of the belief score for each landslide triggering factor within the Demster-Shaefer digital modelling. The map was filtered but an important area of the Predeal built-up area (about 50%) remained within the intervals with *high and medium landslide susceptibility degree*.

This result was then validated through geotechnical data and field surveying. A digital database was developed. It contains all building within the built-up area. All the houses affected by mass movements (mainly old and small houses) but also the new, emerging building superposed on landslide bodies, where slope drainage and movement problem occur, were identified and mapped. Three situations were identified and analysed: old houses with cracks and deformed walls (structures), new houses on topographic corrected grounds (with slope drainage problems) and houses on not modified slope configurations and special engineering works.

Most of the local people are aware about these issues, and slope drainage on the landslide body is a frequent problem. Engineering works around houses are quite rare and old. Some of the new owners built on their own, isolated walls with drains systems, but they are not sufficient. Local authorities encouraged for a long time the private investments for secondary households, small hotels and other, but they did not controlled from the geotechnical point of view the situation. Today, landslides affect in some points the street networks and other utilities, mainly along those which remain in bad condition after the new houses building works ceased.

Predeal is now a very popular place to build, but the situation can be uncontrolled if the local authorities do not decide how to manage the lands with landslide hazards. In the same area, the town of Sinaia, has really dramatic situation with the management of the landslide bodies covered by dense built-up areas.

Géomorphologie de la montagne – Fiches pour l'enseignant

Sébastien Morard*, Cristian Scapozza**, Valentine Duhem*, Reynald Delaloye*, Emmanuel Reynard**

*Unité de Géographie, Département des Géosciences, Université de Fribourg, CH-1700 Fribourg (sebastien.morard@unifr.ch)
**Institut de Géographie, Université de Lausanne, Anthropole – Dorigny, CH-1015 Lausanne (cristian.scapozza@unil.ch)

La majorité du territoire helvétique se situant en région de montagne, cette thématique est abordée lors des cours de géographie au niveau secondaire. Cependant, des documents didactiques traitant de la géomorphologie alpine et péri-alpine en langue française et facilement accessibles pour le corps enseignant du niveau secondaire sont rares.

Suivant ce constat, la Société Suisse de Géomorphologie (SSGm), en association avec les Instituts de Géographie des Universités de Fribourg et de Lausanne, a décidé de réaliser des fiches didactiques se basant sur l'état actuel des connaissances scientifiques. Des exemples et des illustrations provenant essentiellement des Alpes suisses romandes et italiennes souhaitent ainsi fournir un outil de lecture et de compréhension du paysage géomorphologique alpin : Quelles sont les formes du relief ? Quels processus et dynamiques ont modelé ou modèlent actuellement le paysage ? Quel lien existe-t-il entre les changements climatiques et l'évolution des glaciers et du pergélisol ? Quels sont les enjeux liés aux dangers naturels pour la population vivant en région de montagne ?

Les documents sont structurés en quatre grands chapitres, chacun étant ensuite subdivisé en différentes sections thématiques regroupant plusieurs fiches :

1. Introduction sur la géomorphologie et ses méthodes de recherche.
2. Processus et formes glaciaires.
3. Environnements périglaciaires alpins.
4. Erosion et destruction des chaînes de montagne, la dynamique gravitaire et torrentielle.

Le présent document s'adresse avant tout aux enseignants du degré secondaire, mais souhaite aussi concerner un large public non spécialiste intéressé par la géomorphologie de la montagne. Ce matériel didactique est accessible librement sur le site internet de l'Université de Fribourg : http://www.unifr.ch/geoscience/geographie/montagne/. Un cd-rom contenant l'ensemble des fiches ainsi que les figures en haute résolution (Morard *et al*. 2009) peut être également commandé auprès de la SSGm. Une version en langue italienne est également prévue.

REFERENCES

Morard S., Scapozza C., Duhem V., Delaloye R., Reynard E. (2009). *Géomorphologie de la montagne - Fiches pour l'enseignant.* Société Suisse de Géomorphologie (SSGm), Cd-rom et site internet : htto://www.unifr.ch/geoscience/geographie/montagne/.

Evaluation du paysage géomorphologique dans le cadre du projet de Parc Naturel Régional (PNR) Pfyn-Finges (Valais)

Sébastien Morard*, Alexandra Staub**

*Unité de Géographie, Département des Géosciences, Université de Fribourg, CH-1700 Fribourg (sebastien.morard@unifr.ch)
**Pfyn-Finges, Parc Naturel Valais, CH-3970 Salgesch (a.staub@pfyn-finges.ch)

Afin de donner une impulsion au développement régional durable, la Confédération a initié depuis 2007 un vaste processus de création de nouveaux parcs d'importance nationale. Les zones candidates doivent ainsi se distinguer « *par une forte valeur naturelle et paysagère, en particulier* : (…), *par la beauté et la spécificité du paysage* » (art.15 OParcs, 2007). Afin de savoir si une région possède le potentiel paysager nécessaire pour accueillir un parc d'importance nationale, une phase d'évaluation du paysage est entreprise pour chacune des communes du périmètre concerné.

Durant l'été 2008, les 15 communes du projet de Parc Naturel Régional (PNR) de Pfyn-Finges (superficie de 300 km^2) ont ainsi été évaluées suivant la méthode multithématique proposée par l'Office Fédéral de l'Environnement (Stuber 2008). Concernant l'aspect géomorphologique, cette méthode s'apparente à une version simplifiée des outils d'évaluation des géotopes développés durant la dernière décennie (par ex. Grandgirard 1999). Elle se base sur 3 critères : la qualité de la forme prise individuellement, l'impact de la forme dans le paysage, ainsi que la diversité (la quantité) des formes rencontrées. D'autres critères comme par exemple la rareté, l'âge ou la valeur didactique ne sont en revanche pas pris en compte. L'évaluation géomorphologique permet d'obtenir jusqu'à 10 points de bonus (sur 70).

La méthode utilisée se veut robuste et objective. Elle est en outre facile à mettre en œuvre. Le problème majeur peut résider dans l'unité d'évaluation qu'est la commune. Pour une petite surface communale, il est ainsi très difficile d'atteindre une quantité suffisante de formes géomorphologiques, même si ces dernières sont bien développées. Un tel cas de figure est notamment apparu pour le petit territoire d'Unterems (1km^2 !). De même, il peut arriver que de grandes formes géomorphologiques soient étalées sur plusieurs communes. Afin d'appréhender le paysage géomorphologique d'un point de vue systémique, l'ajout d'un rapport complémentaire traitant de l'ensemble du PNR est nécessaire.

Sur la totalité du territoire, une cinquantaine de formes ont obtenu une note maximale pour l'un des 3 critères d'évaluation. De par son fort déploiement altitudinal (de 500 à 4'000 m/mer) et sa diversité géologique (les trois grands groupes géologiques de la chaîne alpine sont représentés ici), le PNR de Pfyn-Finges montre en effet une grande diversité de formes du relief et de processus géomorphologiques. Les plus remarquables – l'éboulement de Sierre, le cirque d'érosion de l'Illgraben ou les formes glaciaires et périglaciaires du sauvage Turtmanntal notamment – peuvent ainsi exercer un fort pouvoir d'attraction touristique, dont la mise en valeur est prévue pour ces prochaines années.

REFERENCES

Grandgirard V. (1999). Géotopes. *In* J-A Hertig (ed.). *Etude d'impact sur l'environnement*. Lausanne, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Traité de Génie Civil, vol. 23.

Stuber A. (2008). *Valeurs naturelles et paysagères: outil d'évaluation. Marche à suivre, indications pour les relevés et l'évaluation*. Berne, Office fédéral de l'environnement (OFEV), L'environnement pratique n. 0802.

Un inventaire de géomorphosite dans le Parc jurassien vaudois (Col du Marchairuz, Suisse). Intégration de cavités et valorisation géomorphologique des réserves naturelles.

Amandine Perret*

*Institut de Géographie, Université de Lausanne, Anthropole – Dorigny, CH-1015 Lausanne (amandine@speleo.ch)

Un inventaire de géomorphosites a été réalisé sur le territoire du Parc jurassien vaudois (PJV) (région du Col du Marchairuz, Vaud, Suisse) dans le cadre d'un mémoire de licence effectué à l'Institut de Géographie de l'Université de Lausanne (IGUL) (Perret 2008). Quarante-cinq sites comprenant une forte valeur scientifique ont été répertoriés et documentés selon une méthode élaborée à l'IGUL (Reynard *et al*. 2007). Cette méthode comprend le recensement de données ponctuelles ainsi qu'une évaluation qualitative et quantitative de chaque objet. Ces informations sont synthétisées et présentées dans des fiches d'inventaire puis intégrées à une base de donnée gérée par SIG.

Les géomorphosites répertoriés présentent deux particularités liées aux données naturelles de la zone d'étude. D'une part sa situation géographique comprend des terrains essentiellement calcaires et un réseau dense de cavités (Haute chaîne jurassienne). D'autre part le territoire du PJV bénéficie de plusieurs types de protection (inventaires nationaux et cantonaux, districts francs, etc.) dont de nombreuses réserves naturelles.

La présence de cavités bien développées dont certaines, jugées d'importance nationale et cantonale, nous a encouragé à intégrer ces géomorphosites particuliers (géotopes spéléologiques) à l'inventaire. Cette intégration a nécessité, selon les rubriques, une adaptation de la méthode d'évaluation.

Certaines zones du PJV sont protégées en tant que réserves naturelles, pour la qualité de leurs biotopes. La plupart d'entre elles correspondent également à des géomorphosites, leurs qualités biotiques étant étroitement liées aux données géomorphologiques du terrain. Cette constatation nous a permis d'avancer que ces sites pourraient faire l'objet d'une valorisation géomorphologique liée aux développements futurs du PJV.

REFERENCES

Perret A. (2008). *Inventaire des géomorphosites du Parc Jurassien Vaudois. Essai d'intégration des géotopes spéléologiques et valorisation géomorphologique des réserves naturelles*. Lausanne, Institut de Géographie, (Mémoire de licence publié sous http://doc.rero.ch/record/10661?ln=fr).

Reynard E., Fontana G., Kozlik L., Scapozza C. (2007). A method for assessing "scientific" and "additional values" of geomorphosites. *Geographica Helvetica* 62: 148-158.

Structure interne et dynamique des glaciers rocheux du Massif de la Cima di Gana Bianca, Val Blenio (Tessin)

Giulia Ramelli*, Cristian Scapozza*, Stefano Mari**, Christophe Lambiel*

*Institut de Géographie, Université de Lausanne, Anthropole – Dorigny, CH-1015 Lausanne (giulia.ramelli@unil.ch ; cristian.scapozza@unil.ch ; christophe.lambiel@unil.ch)
**Département des Géosciences, Géographie, Université de Fribourg, Chemin du Musée 4, CH-1700 Fribourg (stefano.mari@unifr.ch)

Le pergélisol est un phénomène très répandu dans les Alpes. En Suisse, il recouvre approximativement 5% de la surface totale du pays, c'est-à-dire environ le double de l'aire recouverte par les glaciers. L'extension spatiale du pergélisol dépend de plusieurs facteurs, comme par exemple la nature du sol et l'exposition des versants. De ce fait, les études sur le pergélisol nécessitent la combinaison de plusieurs méthodes et modèles (Nötzli et Gruber 2005).

Le massif de la Cima di Gana Bianca, situé dans la partie orientale des Alpes Tessinoises (Val Blenio), contient plusieurs glaciers rocheux actifs/inactifs (Scapozza et Reynard 2007), qui peuvent être utilisés comme indicateurs de la limite inférieure du pergélisol discontinu pour le Sud des Alpes.

Pour cette recherche, les glaciers rocheux de Stabbio di Largario, de Pièi et de Piancabella ont été étudiés. Ces trois glaciers rocheux ont leur front à une altitude comprise entre 2200 et 2400 m environ, donc au voisinage de la limite inférieure du pergélisol discontinu (Scapozza et Reynard 2007). Leur morphologie est très différente, ce qui laisserait penser que leur dynamique est aussi différente. Sur la base de l'analyse d'images d'interférométrie radar (InSAR ; S. Mari, données non publiées), on observe que le glacier rocheux de Stabbio di Largario présente des vitesses hétérogènes sur l'ensemble de la formation, de quelques cm/mois à quelques dm/mois. Le glacier rocheux de Pièi est composé de deux lobes superposés (glacier rocheux polymorphique), l'un inactif et l'autre avec des vitesses de quelques cm par année. Enfin, le glacier rocheux de Piancabella semble être beaucoup plus homogène (glacier rocheux monomorphique).

L'objectif principal de cette étude est de contribuer à l'étude du pergélisol des Alpes Tessinoises orientales, dont les connaissances sont encore sommaires. En particulier, les mesures sur les glaciers rocheux du Massif de la Cima di Gana Bianca visent à (i) déterminer leur structure interne (extension du pergélisol, stratigraphie), (ii) étudier leur régime thermique, (iii) quantifier les vitesses de déplacement. Les méthodes utilisées sont la géoélectrique, le monitoring des températures de la surface du sol (mini-loggers UTL-1) et le GPS différentiel.

REFERENCES

Nötzli J., Gruber S. (2005). Alpiner Permafrost – ein Überblick. *Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt* 70: 111-121.

Scapozza C., Reynard E. (2007). Rock glaciers e limite inferiore del permafrost discontinuo tra la cima di Gana Bianca e la Cima di Piancabella (Val Blenio, TI). *Geologia Insubrica*10(2), 29-40.

Evolution de l'instabilité des parois rocheuses de haute montagne alpine depuis la fin du Petit Age Glaciaire – Les exemples du versant nord des Aiguilles de Chamonix et du bassin de la Mer de Glace

Ludovic Ravanel *, Philip Deline*

*Laboratoire EDYTEM, Université de Savoie, CISM, Campus Scientifique, F-73376 Le Bourget du Lac Cedex (ludovic.ravanel@univ-savoie.fr)

Les écroulements rocheux jouent un rôle prépondérant dans l'évolution des versants de la haute montagne alpine. En raison de l'absence d'observations systématiques, leur fréquence et leur volume restent mal connus, y compris pour les dernières décennies. Cette connaissance est pourtant un préalable pour étudier l'hypothèse d'une relation entre la dégradation du permafrost de paroi du fait du réchauffement climatique et ces écroulements rocheux.

L'étude de l'évolution morphodynamique récente de parois rocheuses remarquables dans les Alpes, pour lesquelles une documentation est souvent disponible, permet d'améliorer la connaissance des volumes et du rythme des écroulements en haute montagne (Ravanel et Deline 2008). Les données acquises par l'analyse des dépôts d'écroulements au pied des versants (Deline 2008) peuvent ainsi être complétées par celles fournies par l'étude des parois affectées par ces écroulements.

Nous présentons ce type d'étude pour les parois de deux secteurs emblématiques du massif du Mont-Blanc, le versant nord des Aiguilles de Chamonix et le bassin de la Mer de Glace. L'attrait de ces faces, qui tient à leur localisation au-dessus de Chamonix, à leur allure et à leur proximité avec les principaux sites touristiques du massif (Montenvers – Mer de Glace et Aiguille du Midi), leur vaut une abondante documentation iconographique. Cette présentation reconstitue à partir de cette documentation l'évolution morphologique de parois depuis la fin du Petit Age Glaciaire, lorsque le développement de la photographie a considérablement enrichi le corpus documentaire disponible. Sur la base de cette reconstitution, nous discutons les facteurs qui contrôlent les écroulements sur ces parois, en particulier leur éventuelle relation avec le réchauffement climatique actuel.

REFERENCES

Deline P. (2008). Interactions between rock avalanches and glaciers in the Mont Blanc massif during the late Holocene. *Quaternary Science Reviews* 28: 1070-1083.

Ravanel L., Deline P. (2008). La face ouest des Drus (massif du Mont-Blanc) : évolution de l'instabilité d'une paroi rocheuse dans la haute montagne alpine depuis la fin du petit âge glaciaire. *Géomorphologie* 4/2008 : 261-272.

Importance du contexte géomorphologique sur les bisses du Valais

Emmanuel Reynard*

*Institut de Géographie, Université de Lausanne, Anthropole – Dorigny, CH-1015 Lausanne (emmanuel.reynard@unil.ch)

Les « bisses » sont des canaux d'irrigation construits en Valais à partir du milieu du Moyen Age afin d'irriguer les cultures. Ils représentent actuellement environ 750 km de canaux principaux, alors qu'à leur apogée, à la fin du XIXe siècle, ils représentaient au moins 1500 kilomètres (Papilloud 1999). Les bisses sont actuellement unanimement reconnus comme un élément important du patrimoine valaisan, tant pour leur valeur agricole que culturelle, et constituent une composante importante de l'offre touristique estivale du canton (Reynard 2003).

La fonction des bisses est de dériver les eaux de cours d'eau à régime glaciaire et nival en direction des zones de cultures (prairies, vignes, vergers). Les constructions ont dû tenir compte du contexte géomorphologique et les techniques de construction ont dû s'adapter aux formes des terrains traversés. Les bisses sont connus notamment pour leurs secteurs de canaux en bois, suspendus aux parois, dont plusieurs vestiges sont encore parfaitement visibles actuellement (Reynard 2008). Ces vestiges constituent des attractions touristiques importantes.

Cette communication propose une étude du réseau des bisses du Valais en fonction de leur contexte géomorphologique. Dans un premier temps, nous présentons les principales techniques de construction en fonction du contexte géomorphologique. Nous proposons ainsi une typologie des bisses en fonction de ce contexte. Dans une deuxième partie, nous étudions le réseau en fonction du contexte géomorphologique des vallées. Il en ressort que les bisses les plus aériens sont ceux situés au débouché de vallées glaciaires incisées par une gorge de raccordement postglaciaire. Nous montrerons comment la structure géologique et la morphogenèse quaternaire ont influé sur le modelé de ces vallées et ont ainsi influencé le choix des techniques de construction. La dernière partie de l'exposé présentera quelques exemples concrets de bisses et de valorisation touristique du contexte géomorphologique.

REFERENCES

Papilloud J.-H. (1999). L'épopée des bisses. *Les Bisses du Valais*. Sierre, Monographic: 11-117.

Reynard E. (2003). L'utilisation touristique des bisses du Valais. *In* G. Vauterin (Ed.). *Gli antichi canali irrigui dell'arco alpino*. Aosta, Ed. Le Château: 53-66.

Reynard E. (2008). Les bisses du Valais, un exemple de gestion durable de l'eau ? *Lémaniques* 69 : 1-6.

Datation relative de formes périglaciaires alpines à l'aide de méthodes paléogéographiques et du marteau de Schmidt (région du Mont Gelé – Mont Fort, Valais)

Cristian Scapozza*, Christophe Lambiel*, Emmanuel Reynard*

*Institut de Géographie, Université de Lausanne, Anthropole – Dorigny, CH-1015 Lausanne (cristian.scapozza@unil.ch)

Dans le contexte des recherches relatives à l'évolution morpho-climatique des Alpes pendant le Tardiglaciaire et l'Holocène, peu d'intérêt a été accordé à l'étude des formations sédimentaires meubles de la zone périglaciaire (glaciers rocheux, éboulis, moraines de poussée, etc.). Traditionnellement, les changements climatiques et environnementaux dans les Alpes pendant le Tardiglaciaire et l'Holocène ont été documentés sur la base de témoins botaniques ou zoologiques, des variations de longueur des glaciers et des changements de dynamique de lobes de solifluxion ou de glissements de terrain.

Afin de reconstituer l'histoire paléo-environnementale récente du domaine périglaciaire alpin, cette recherche se focalise sur les formes périglaciaires, en particulier sur la morphostratigraphie des glaciers rocheux actifs, inactifs et fossiles, et sur l'étude de la structure des éboulis de haute altitude. L'étude de ces formes – associée avec l'étude des fluctuations climatiques – contribue à une meilleure connaissance des changements climatiques pendant le Quaternaire récent dans les environnements de haute montagne. Elle se focalise en particulier sur les principales crises morphogénétiques – caractérisées par des dépôts d'origine paraglaciaire assez importants – qui ont eu lieu à la fin du Pléistocène et pendant l'Holocène.

La zone périglaciaire alpine se situant au-dessus de la limite supérieure de la forêt, il est très difficile d'avoir des restes d'origine organique permettant des datations afin d'effectuer des calages chronologiques absolus. De plus, les méthodes qui permettent de connaître l'âge d'exposition des roches sont assez chères et permettent un nombre limité de datations. Pour pallier à ce problème, il a été choisi de recourir à des méthodes de datation relative permettant des corrélations avec une chronologie absolue. Deux types de méthodes sont présentées ici : les méthodes dites paléogéographiques, permettant la reconstitution de l'extension passée des glaciers et du pergélisol et de calculer des paramètres paléoclimatiques (Kerschner 1985), et le marteau de Schmidt (*Schmidt-Hammer*), permettant la datation relative de la surface de glaciers rocheux, éboulis et moraines (Kellerer-Pilklbauer 2008).

Pour chaque méthode, sont présentés les principaux résultats obtenus dans la région d'étude, les domaines d'applicabilité, les avantages et les limites.

REFERENCES

Kellerer-Pilklbauer A. (2008). The Schmidt-Hammer as a relative age dating tool for rock glacier surfaces: examples from Northern and Central Alps. *Proceeding of the 9th International Conference on Permafrost*, Fairbanks, Alaska, June 2008: 913-918.

Kerschner H. (1985). Quantitative paleoclimatic inferences from lateglacial snowline, timberline and rock glacier data, Tyrolean Alps, Austria. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie* 21: 363-369.

La Via GeoAlpina, un projet international de valorisation paysagère

Micha Schlup*, Lenka Kozlik*, Michel Marthaler*, Simon Martin*

*Institut de Géographie, Université de Lausanne, Anthropole – Dorigny, CH-1015 Lausanne (micha.schlup@unil.ch)

Ce projet initié par l'Union Internationale des Sciences Géologiques (IUGS) et l'UNESCO regroupe divers organismes des six pays de l'arc alpin (Allemagne, Autriche, France, Italie, Slovénie et Suisse). Pour notre pays, il est soutenu par le Service géologique national de l'Office fédéral de topographie (Swisstopo) et l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT).

La Via GeoAlpina est développée en collaboration avec une initiative déjà existante, la Via Alpina, un itinéraire qui traverse tous les pays de l'arc alpin de Trieste à Monaco le long de sentiers de randonnée (http://www.via-alpina.org). Son but est de valoriser et de diffuser les connaissances des Sciences de la Terre à travers les Alpes sur des sujets variés : géologie, géomorphologie, hydrologie, risques naturels ou exploitation de la pierre. Ces explications sont si possible toujours en lien avec un paysage directement visible sur les sites sélectionnés, à l'aide de différents supports : descriptions téléchargeables à l'avance sur internet (méthode privilégiée), panneaux didactiques (rares) et également des excursions guidées. De plus, pour améliorer l'information, une carte géologique simplifiée a été réalisée en Suisse romande et devrait être disponible auprès des refuges et offices du tourisme le long de l'itinéraire.

Pour la Suisse romande, nous avons choisi de valoriser la section qui s'étend du Col de Cou jusqu'à Derborence. Comme les coupes et panoramas géologiques sont généralement dessinés depuis l'ouest, le sens ouest-est se prête mieux à la valorisation géologique que le sens opposé. Cette section parcourt le domaine helvétique et grâce à la profonde entaille de la Vallée du Rhône, elle permet de découvrir l'intégralité de l'histoire géologique de cette région de l'ère primaire au Quaternaire. Son autre atout est que son histoire et ses paysages sont fort bien documentés grâce aux travaux de géologues de renom tels qu'Emile Argand, Maurice Lugeon, Héli Badoux et Marcel Burri, pour n'en citer que quelques uns. L'utilisation de ces ressources relativement anciennes (la plupart sont antérieures à 1970), notamment les représentations paysagères, combinées avec des outils modernes tels que les SIG et les photos aériennes, favorise la diffusion de nos connaissances auprès d'un large public. De manière à faciliter la lecture, nous avons par exemple utilisé à chaque fois la même légende et les couleurs associées. Pour en savoir plus et pour consulter les fiches descriptives : http://www.viageoalpina.org/ (en construction en juin 2009).

TerraSAR-X interferometry for the survey of landslide activity and rockglacier movement in the Swiss Alps

Tazio Strozzi*, Reynald Delaloye**

*GAMMA Remote Sensing, Worbstrasse 225, CH- 3073 Gümligen (strozzi@gamma-rs.ch)
**Department of Geosciences – Geography, University of Fribourg, Ch. du Musée 4, CH-1700 Fribourg (reynald.delaloye@unifr.ch)

Instabilities of debris and rock slopes are a natural hazard of special relevance to high mountain regions with severe human and economic consequences. Taking into account the wide-area coverage, remote-sensing techniques represent suitable tools for an integral hazard mapping and monitoring in these regions that are typically difficult to assess (Kääb *et al*. 2005). In particular, repeat-pass differential radar interferometry (InSAR) is a powerful technique for mapping land surface deformation from space. Over alpine areas satellite radar data perform relatively well during the snow-free season for built-up and rocky areas (Strozzi *et al*. 2004). Severe limitations to the spatial coverage arise from decorrelation over vegetated (forests and meadows) and snow-covered areas and from layover and shadowing caused by the very rugged topography. In addition, only the satellite line-of-sight component of the displacement can be determined with InSAR. Using radar data of the past 15 years of the ERS, JERS, ENVISAT and ALOS satellites at a spatial resolution of about 20 m a large number of signals related to unstable slopes were identified and a regional inventory of instabilities was compiled (Delaloye *et al*. 2006).

On June 15, 2007, TerraSAR-X was launched. This SAR system operates at 3 m spatial resolution and has an 11 days repeat cycle. In order to assess the potential of TerraSAR-X interferometry for the survey of landslide activity and rockglacier movement in the Swiss Alps, a series of TerraSAR data was acquired during the late summers of 2008 and 2009 in the Canton of Valais (Strozzi *et al*. 2009). In our contribution we will present selected results for rockglaciers and landslides discussed together with in-situ information and interferograms derived from ERS, ENVISAT, JERS and ALOS data. Our application strongly benefits from the higher spatial resolution of the TerraSAR-X data in comparison to the past sensors, because many of the instabilities are of relatively small size.

REFERENCES

Delaloye R., Lambiel C., Lugon R., Raetzo H., Strozzi T. (2006). ERS InSAR for detecting slope movement in a periglacial mountain environment (western Valais Alps, Switzerland). *Proceedings of the 9th International Symposium on High Mountain Remote Sensing Cartography (HMRSC-IX)*, Graz, Austria, 14-15 Sept. 2006.

Kääb A., Huggel C., Fischer L., Guex S., Paul F., Roer I., Salzmann N., Schlaefli S., Schmutz K., Schneider D., Strozzi T., Weidmann Y. (2005). Remote sensing of glacier- and permafrost-related hazards in high mountains: an overview. *Natural Hazards and Earth System Science* 5: 527-554.

Strozzi T., Kääb A., Frauenfelder R. (2004). Detecting and quantifying mountain permafrost creep from in situ inventory, space-borne radar interferometry and airborne digital photogrammetry. *International Journal of Remote Sensing* 25(15): 2919-2931.

Strozzi T., Wegmüller U., Werner C., Wiesmann A., Delaloye R., Raetzo H. (2009). Survey of landslide activity and rockglaciers movement in the Swiss Alps with TerraSAR-X. *Proceedings of IGARSS 2009*, Cape Town, South Africa, 13-17 July 2009.

Cartographie géomorphologique et analyses dendrogéomorphologiques d'un système torrentiel complexe : Bochtür (Agarn, VS)

David Theler*, Valentina Garavaglia**, Emmanuel Reynard *, Manuela Pelfini**

*Institut de Géographie, Université de Lausanne, Anthropole – Dorigny, CH-1015 Lausanne (david.theler@unil.ch)
**Dipartimento di Scienze della Terra "Ardito Desio", Università degli Studi di Milano, Via Mangiagalli 34, I-20133 Milano (valentina.garavaglia@unimi.it)

En milieu alpin, la cartographie des petits systèmes torrentiels s'avère complexe en raison de la dynamique et de la combinaison de plusieurs processus géomorphologiques, des fortes pentes limitant l'accès à certains secteurs et de la couverture végétale pouvant masquer certaines formes.

Une méthode originale de cartographie géomorphologique, focalisée sur les processus de transferts sédimentaires à l'échelle du système torrentiel et combinant des analyses réalisées sur des modèles numériques de terrain à haute résolution et des investigations de terrain, est proposée (Theler *et al*. 2007, submitted). Elle est ensuite appliquée sur le versant de Bochtür (Agarn, Valais), parcouru périodiquement par des coulées et laves torrentielles dont le cheminement emprunte parfois le torrent du Meretschibach.

La cartographie géomorphologique a été combinée avec des mesures au GPS différentiel sur un tassement de versant dans la partie amont du bassin versant et avec des analyses dendrogéomorphologiques dans sa partie avale. La dendrogéomorphologie représente une méthode souvent utilisée pour obtenir des informations sur la fréquence et la distribution temporelle et spatiale des coulées et les laves dans le passé. Les résultats obtenus par la cette méthode montrent notamment une réactivation de certains chenaux en zone forestière, dont les dépôts pourraient provoquer des dégâts au village d'Agarn, situé au pied du bassin versant.

REFERENCES

Theler D., Reynard E., Bardou E. (2007). Assessing sediment dynamics from geomorphological maps: Bruchi torrential system, Swiss Alps. *Journal of Maps* (http://www.journalofmaps.com): 277-289.

Theler D., Reynard E., Lambiel C., Bardou E. (submitted). The contribution of geomorphological mapping to sediment transfer evaluation in small alpine catchments. *Geomorphology*.

Reconstitution de l'évolution du lit du fleuve Mura (Hongrie-Slovénie) depuis 1843

Gabor Toth*

*Institut des Géosciences, Université de Hongrie de l'Ouest, Szombathely, Károlyi G. tér 4. 9700 Hongrie (tothg@ttmk.nyme.hu)

Notre étude est le premier pas d'un plus grand projet de recherche, consistant à reconstituer l'évolution du tracé du lit mineur d'un fleuve méandriforme d'érosion laterale. A partir du géoréférencement de documents cartographiques de 1843 à nos jours, nous examinerons les modifications du tracé du lit sur une courte ou moyenne période et nous analyserons l'efficacité des interventions anthropiques induites. La première étape a été de vectoriser l'état actuel du lit du fleuve Mura et de géoréférencer et caler les cartes de 1843 et 1890 afin de comparer les différents tracés.

A partir de ces travaux préliminaires, nous avons identifié les canaux sectionnant les méandres, créant ainsi des bras morts. Dans un second temps, nous avons établi un indice de vitesse d'évolution de la divagation du lit mineur pendant 160 ans, pour étudier l'évolution de l'habitat riverain. Une des caractéristiques majeures qui ressort de cette étude montre une certaine stabilité des centres des groupements d'habitats alors que leurs périphéries fluctuent en fonction de la divagation du fleuve.