

DIAGONALE

THÈME CENTRAL

Dangers naturels: une maîtrise optimale?

N° 1
14

Photovoltaïque:

A-t-il un avenir sur
les paravalanches?
p.24

En ligne depuis peu:

Portail destiné à
tous sur les dangers
naturels, p.26

Protection des sols:

Régénération des
ornières en forêt par
les aulnes noirs, p.28

ÉDITORIAL

Chère lectrice, cher lecteur,
27 décembre 2013: neige fraîche
et rayons de soleil, journée parfaite
pour skier. Pas plus tard qu'hier,
de nombreuses avalanches se sont
déclenchées spontanément.
Aujourd'hui, le danger est nettement
inférieur – mais la probabilité d'une
intervention par les services de
sauvetage est grande, voire supérieure.
Le danger est donc plus faible –
le risque plus élevé. Un défi quasi
insurmontable en termes de prévention,
mais un dilemme classique
pour les équipes d'alerte aux avalanches
le premier jour de beau temps
après d'importantes chutes de
neige. L'évaluation des risques et
l'élaboration de mesures de prévention
efficaces sont l'une des compétences
clés du WSL; l'éventail
s'étend de l'alerte aux avalanches à
l'exploitation forestière. Dans tous
les cas, une compréhension approfondie
des processus est décisive,
voire indispensable, afin de pouvoir
définir notamment des scénarios
réalistes – et non des prévisions –
sur l'évolution future, dans le contexte
du changement climatique
mais aussi sociétal.
Je vous souhaite une lecture passionnante
– et si vous avez des suggestions
intéressantes en termes de
prévention, n'hésitez surtout pas à
nous contacter.



Jürg Schweizer
Directeur du SLF



6



UNE-DEUX

David Bresch, Global Head Sustainability chez Swiss Re: «La gestion des risques commence dès la perception du risque.»



12

ALERTE AUX AVALANCHES

Gian Darms, prévisionniste d'avalanches au SLF, nous conduit sur ses lieux de travail.

14



RAMMS EN ACTION AUX JEUX OLYMPIQUES

Le paquet logiciel RAMMS aide à calculer les avalanches, chutes de pierres et coulées de boue aux quatre coins du monde. Récente destination: Sotchi.

THÈMES-CLÉS

- 20** Biodiversité
- 22** Écosystèmes forestiers
- 24** Développement du paysage
- 26** Gestion des dangers naturels
- 28** Utilisation durable des ressources

PORTRAITS

- 19** Lukas Stoffel, ingénieur civil
- 30** Irmi Seidl, économiste
- 31** Rugethan Anandakumar, apprenti en informatique

RAPPORT SUR L'ANNÉE

- 32** Finances
- 33** Personnel
- 34** Indicateurs clés

- 35** Impressum; À l'horizon, le n° 2 de 2014

LE SCHMILBLICK

- 36** «LI-COR»

THÈME CENTRAL Une prévention efficace requiert des connaissances. Comment la recherche appréhende-t-elle les défis complexes en gestion des risques?

Dangers naturels: une maîtrise optimale?



Des études du SLF ont démontré que pendant l'hiver de 1999 marqué par de nombreuses avalanches, les ouvrages de retenue ont permis d'éviter quelque 300 avalanches destructrices. Ces 50 dernières années, plus de 500 km de ces ouvrages ont été construits en Suisse.



Des ouvrages de retenue empêchent le déclenchement d'avalanches. La sécurisation d'une surface d'un hectare coûte environ un million de francs suisses. Les ouvrages de retenue sont donc utilisés avant tout pour protéger les zones d'habitation.

Schiachhorn, Davos

Photos: Stefan Margreth, SLF; pages 4/5: Ulrich Wasem, WSL

Alerte aux avalanches, chablis, simulations de chutes de pierres, incendies de forêt, prévisions de débit pour la Sihl, insectes introduits, scolytes: de nombreux thèmes étudiés au WSL sont indissociables des dangers. Les chercheurs s'intéressent au processus («Que se passe-t-il à l'intérieur d'une lave torrentielle?»), au risque («À combien s'élèvent les dégâts escomptés chaque année?») et à la prévention («Comment entretenir la forêt pour la rendre la moins vulnérable possible à la tempête?»). Les sciences naturelles, les sciences de l'ingénieur, les sciences économiques et sociales sont parties prenantes de cette recherche.

L'interaction entre les différentes thématiques, disciplines et conditions-cadres est complexe. Sur fond de changement climatique, il faut par exemple tabler sur des étés plus secs et des tempêtes plus fréquentes. Comment les forêts réagissent-elles à cette situation? Dans quelles stations le précieux épicéa pourra-t-il encore prospérer à l'avenir? Comment la forêt se comporterait-elle en cas d'infestation de scolytes plus intense, ou d'introduction de ravageurs encore inconnus à ce jour? Une forêt protectrice déterminée sera-t-elle toujours en mesure d'assumer sa fonction de protection, contre les avalanches notamment? Et par conséquent, qu'en est-il du lotissement en aval de la forêt? Les pouvoirs publics doivent-ils le préserver à l'aide d'ouvrages de protection?

Cet exemple est fictif. Mais un fait est bien réel: en gestion des risques, il importe de prendre en compte des interactions et corrélations compliquées, y compris avec des évolutions futures inconnues. Il ne s'agit pas d'une tâche aisée – mais elle est primordiale et passionnante. (bio)



En montagne, il faudra attendre longtemps pour que la forêt, grâce à la régénération naturelle, puisse à nouveau offrir une protection contre les déclenchements d'avalanches et les chutes de pierres. Les plantations peuvent accélérer le processus, lui faisant gagner des années, voire des décennies. Pendant une durée pouvant atteindre trente ans après la tempête, les troncs au sol protègent encore contre les déclenchements d'avalanches et les chutes de pierres.



Après une tempête, les arbres épargnés sont exposés temporairement à un stress élevé. Ils deviennent alors une proie facile pour les scolytes. Plus l'arbre sera faible, moins il faudra de scolytes pour le coloniser.

Les chablis font partie du cycle forestier – ils ne sont pas seulement synonymes de destruction, mais aussi de rajeunissement, de renouvellement et de régénération. Ils augmentent provisoirement la diversité des structures, mais aussi celle des espèces végétales et animales.

Chablis laissés par la tempête Vivian près de Schwanden (GL).

Qu'est-ce que le risque et quel rôle joue l'être humain? Un entretien avec David Bresch, de Swiss Re, et Michael Bründl, du SLF.

Monsieur Bründl, qu'entendez-vous par le terme «risque»?

Bründl: Ce concept est en fait une construction dont la définition varie quelque peu selon le domaine concerné. Dans celui des sciences naturelles et de la technique, sous le terme de «risque», nous associons toujours la probabilité de survenue d'un événement déterminé à une conséquence négative non souhaitée, à savoir dans la plupart des cas le sinistre en tant que tel.

Bresch: Nous avons la même définition. Son application porte le plus souvent sur les composantes monétaires puisque notre prestation consiste à indemniser des sinistres.

L'évaluation financière des sinistres n'est-elle pas légèrement réductrice?

Bresch: Il n'est évidemment pas toujours pertinent de tout monétariser. Mesurer la perte d'une vie humaine en termes d'argent n'a guère de sens. Certaines valeurs comportent une dignité non commercialisable, l'être humain notamment. Plusieurs choses en revanche peuvent être «tarifées». Je peux par exemple produire un livre et le vendre. Dans ce cas, le monétariser est très pertinent.

Bründl: C'est exact. En Suisse toutefois, on attribue une valeur à la vie humaine. On ne l'évalue certes pas – c'est impossible – mais on calcule la somme que la société est prête à payer pour éviter un décès. Nous utilisons de plus en plus cette

approche dans le domaine de l'évaluation des coûts/bénéfices des mesures de protection. Pourquoi? Parce que, autrement, des événements qui causent peu de dommages matériels mais coûtent en vies humaines, seraient négligés dans l'évaluation des risques.

Où commence la gestion des risques, et où débute la prévention?

Bresch: La gestion des risques commence dès la perception du risque. C'est seulement lorsque l'on a une compréhension commune de ce qu'est le risque dans un cas spécifique, qu'on peut l'analyser ensuite, le quantifier le cas échéant, puis en déduire des mesures susceptibles de l'éviter ou de le diminuer.

Certaines personnes acceptent aussi le risque de façon tout à fait consciente. Les base-jumpers, par exemple, le considèrent comme faisant partie intrinsèque du plaisir lié à leur hobby.

Une transparence en matière de risques pour redonner une part de responsabilité individuelle?

Bresch: Que signifie le terme «redonner»? «Permettre». Qui plus est, une démocratie directe a le droit, et même le devoir, d'exiger la responsabilité individuelle sur cette base justement.

Bründl: En Suisse, la responsabilité individuelle est relativement bien développée. Même si je pense que ces dernières années, elle a eu tendance à diminuer. Aujourd'hui,



Michael Bründl, Chef du Groupe Dynamique des avalanches et gestion des risques, SLF



David Bresch, Global Head Sustainability, Swiss Re



Pendant la crue d'août 2005, l'Aa d'Engelberg recouvrit presque le fond de la vallée d'Engelberg et bloqua la route d'accès en aval de la localité.

j'ai d'ailleurs entendu parler d'une enquête dans le cadre d'un projet de la Fondation de prévention pour les propriétaires immobiliers. Elle démontre que 80 % des sondés ne savent pas qu'ils habitent dans une zone inondable. Je trouve ce nombre très impressionnant.

La recherche est-elle trop peu consciente de son mandat de communicatrice?

Bründl: Je ne dirai pas dans l'absolu que la recherche en est responsable. Les tremblements de terre sont très rares et le dernier connu, très ancien. L'être humain fonctionne ainsi: il refoule les événements improbables qui ne sont pas survenus depuis longtemps. La demi-vie de la mémoire humaine est très courte.

Bresch: À cela s'ajoute le fait que le citoyen moyen ne sera probablement jamais victime ni témoin d'un tremblement de terre. Dans ce sens, mettre l'aléa sismique en bas de liste est une décision rationnelle.

Toutefois, il faut bien voir que si le tremblement de terre de Bâle de 1356 se répétait aujourd'hui, il s'en suivrait un dommage économique de l'ordre de 60 milliards de francs, soit environ 10 % du produit national brut de la Suisse. Nous devrions alors gérer la situation tous ensemble. Les répercussions des événements naturels sur notre économie nationale sont parfois mal comprises. Si la Chimie bâloise tombait en panne, les conséquences pour nous seraient sans doute majeures – même pour une vallée alpine éloignée.

Qui devrait faciliter cette compréhension?

Bründl: La politique déjà d'une part...

Bresch: ... Je pense que le principe de la responsabilité individuelle intervient de nouveau. Tous les ans, chaque propriétaire d'immeuble reçoit, de la part des assureurs immobiliers, du matériel informatif sur les risques potentiels. S'il met

Plus d'informations à propos de la recherche sur la gestion des risques du WSL:
www.slf.ch/more/dynamiquesdes-avalanches-gestiondesrisques



Dans l'installation-test de Lochezen près de Walenstadt, le WSL contrôle l'homologation de nouveaux filets de protection contre les chutes de pierres.

ces documents de côté, il n'assume pas sa responsabilité individuelle. Bründl: C'est pourquoi les assurances ont lancé l'année dernière la campagne «Protection contre les dangers naturels». Celle-ci porte désormais ses fruits. Pour les séismes en particulier, il importerait aussi de sensibiliser à ce risque les personnes du bâtiment, architectes et chefs de chantier notamment. Ils peuvent avoir une influence directe sur les maîtres d'ouvrage et les techniques de construction. En prévention, le contact direct est l'arme la plus efficace.

Dans quelle mesure peut-on estimer l'évolution des risques en fonction du changement climatique?

Bründl: Le risque en soi demeure incertain. Certains aspects comme les températures sont relativement sûrs alors que les précipitations et les événements qui en découlent, tels que les laves torrentielles ou les crues, sont bien plus difficiles à prévoir.

Bresch: Évaluer les risques ne signifie pas regarder dans le rétroviseur. Grâce à des modélisations, nous simulons tous les événements susceptibles de se produire en nous appuyant sur des données solides. Je peux ainsi réfléchir à tous les «futurs» possibles et en calculer les implications. Et je ne dois pas attendre pour découvrir comment résister au mieux.

Au niveau mondial, cela signifierait que les pays dont l'accès aux données et aux informations est moindre, auraient toujours un handicap de départ dans la gestion des risques.

Bresch: La réponse est violente: les pays dotés d'une sécurité juridique supérieure et d'investissements efficaces maîtriseront également ces défis. Les pays à faible gouvernance, aux institutions fragiles, à la sécurité juridique limitée et à la corruption élevée, échoueront aussi dans ce contexte. Le plus souvent toutefois, le problème ne réside pas



L'été 2005, après de fortes chutes de pluie, le ruisseau Chärstelenbach dévasta une partie du village de Bristen, situé dans le canton d'Uri.

dans la base de données, mais dans la volonté d'anticiper. Nombre d'acteurs s'intéressent beaucoup plus à des bénéfices à court terme qu'à la sécurité à long terme.

Bründl: Ils en dépendent aussi parfois à tout prix. Un paysan du Bangladesh joue tous les jours son avenir et doit veiller à ce que sa famille ait quelque chose à manger le lendemain. Sa vulnérabilité est extrêmement élevée et la possibilité d'augmenter sa capacité de résistance aux sinistres très limitée.

Bresch: Triste réalité: les plus touchés sont rarement les principaux instigateurs de risques. Pensons notamment aux habitants des régions insulaires à basse altitude, exposés à un grand danger du fait de l'élévation du niveau de la mer. Ils ne sont assurément pas responsables du changement clima-

tique, et encore moins de la situation dans laquelle ils se trouvent. Il faut alors absolument réfléchir à des mécanismes capables d'assurer une compensation des risques.

Lors de la prévention des dangers naturels liés au changement climatique, ne devrait-on pas agir sur l'être humain en tant que «modificateur du climat»?

Bresch: Bien évidemment. Nous sommes convaincus de la nécessité de nous attaquer aux racines du mal, et donc de réduire les émissions. En effet, on ne pourra s'adapter aux conséquences du changement climatique que si la hausse des températures mondiales ne dépasse pas deux degrés. Si elle est de quatre, voire de six degrés, l'adaptation serait si coûteuse que l'on regretterait de ne

«Nous sommes convaincus de la nécessité de nous attaquer aux racines du mal, et donc de réduire les émissions, et ce de façon drastique.»

pas avoir agi préventivement. C'est pourquoi il est absolument nécessaire de réduire les émissions, et ce drastiquement.

Et qu'en est-il de la capacité de résistance de la Suisse?

Bründl: La Suisse est bien positionnée, ne serait-ce que du point de vue des structures de gouvernance.

Nous avons un niveau d'éducation élevé, un système d'assurances solide, une bonne gestion des dangers naturels et des risques techniques.

Ainsi les organisations, comme les individus, peuvent incarner une capacité de résistance élevée.

Notons cependant que les pays riches, aux infrastructures de valeur, sont en fait plus vulnérables qu'il n'y paraît à première vue.

Bresch: Ils sont même très vulnérables car nos chaînes de création de valeur sont très différenciées.

Mais la Suisse connaît une bonne situation de départ – aussi parce qu'elle présente une bonne mise en réseau d'acteurs privés et publics.

Il existe un haut niveau de coopération et de compréhension réciproque. Il y a un an ou deux, sous

l'égide de l'OFEV, a été lancée une plate-forme de dialogue sur la problématique suivante: comment

«améliorer encore» l'échange

entre les acteurs? Aborder les

risques selon l'approche du «Public Private Partnership» est une option

prometteuse – pour les autres pays également.

Dire «améliorer encore» suppose l'existence manifeste d'un potentiel d'optimisation.

Bründl: Au niveau des mesures techniques, le potentiel maximum a été quasiment exploité. Mais il est encore possible d'améliorer les in-

formations fournies par les acteurs et la communication avec eux.

Dans la formation sur les dangers naturels, on essaie par exemple, sur le modèle de la prévention des avalanches, de former les responsables dans les communes, de façon à ce qu'ils puissent évaluer les dangers et catégoriser les mesures correspondantes.

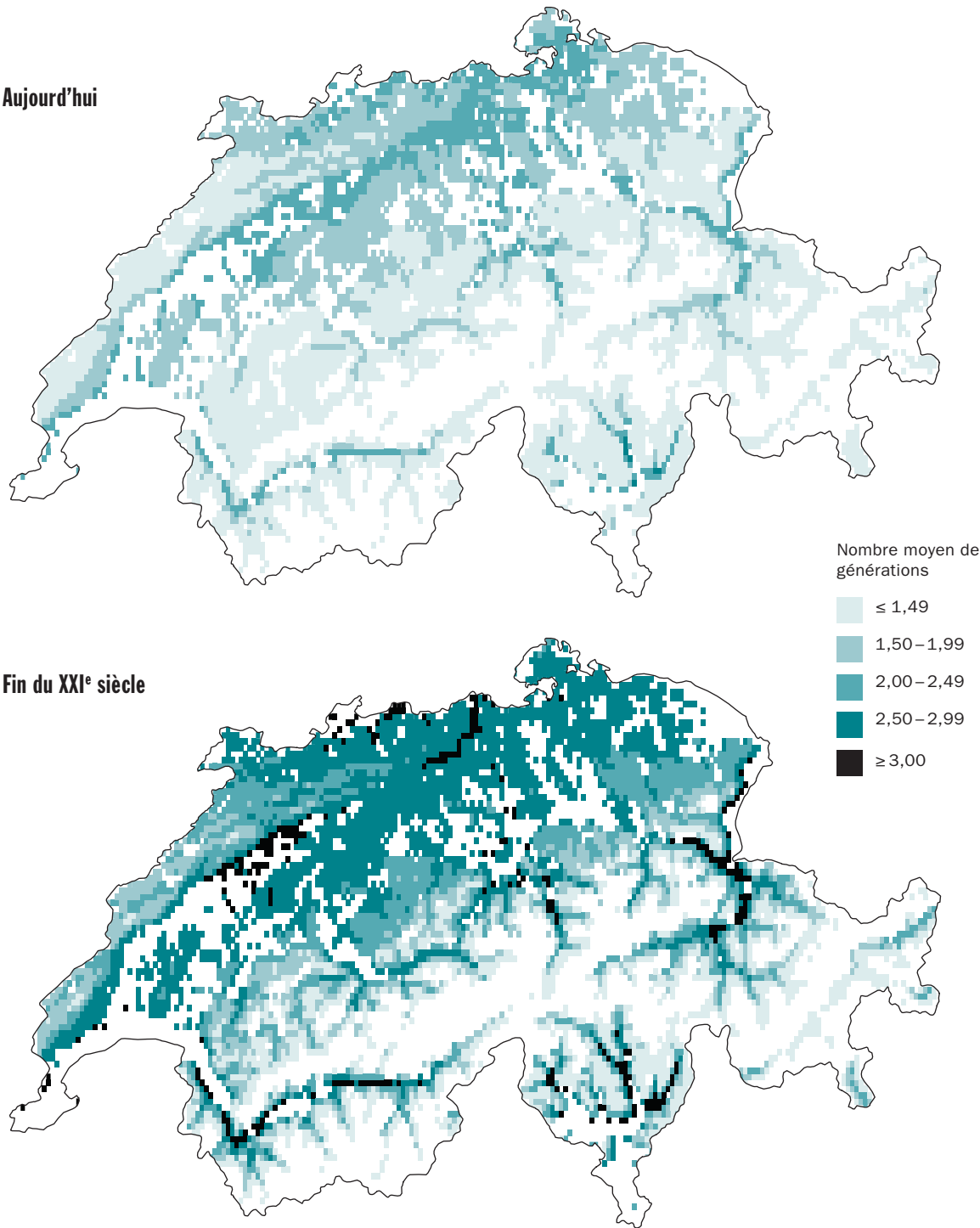
Quels sont selon vous les plus grands défis?

Bründl: Il s'agit selon moi de comprendre encore mieux les interactions entre les sciences naturelles, économiques et sociales. C'est seulement ainsi que l'on pourra développer des modèles efficaces de prises de décisions fondamentales, et générer de la prospérité au sens large du terme.

Bresch: C'est comme pour un accident de la route: celui qui crie le plus fort est rarement le plus atteint. Ce qui me motive, c'est de trouver là où le bât blesse, où je peux obtenir les effets les plus grands avec des moyens limités, et ce, dans un contexte à long terme.

(kbr)

Combien de générations le typographe formera-t-il par an dans le climat futur?



Modélisation de la répartition du nombre annuel moyen de générations du scolyte *Ips typographus* (typographe) dans des zones qui comptent actuellement au moins 20% d'épicéas, aujourd'hui et dans des conditions climatiques telles qu'elles pourraient régner en Suisse vers la fin du XXI^e siècle (scénario d'émissions A1B: augmentation générale des températures en Suisse entre 2,7 et 4,1 °C; absence de prise en considération des modifications potentielles dans la répartition de l'épicéa). Chaque génération supplémentaire de typographes accroît le risque d'infestation de l'arbre-hôte qu'est l'épicéa.

ALERTE AUX AVALANCHES Une journée de travail dans la vie de Gian Darms, prévisionniste d'avalanches au SLF



Lors du test du bloc glissant, Gian Darms soumet un bloc de neige à des contraintes croissantes – sur l'image avec un «saut depuis le haut». Ce test montre à quel point les différentes couches de neige sont soudées les unes aux autres, et révèle où et comment survient une rupture.



Dans la salle d'alerte, Gian Darms interprète les données reçues sur la situation nivologique et avalancheuse actuelle.

Il préfère que «tout bouge et s'active». Aujourd'hui pourtant, tout est calme, presque trop calme à son goût. Niveau de danger 2 – limité – faible activité avalancheuse. Il y a bien l'interview du vendredi avec Radio Rumantsch à 17 h 50. Mais pour le prévisionniste des avalanches de 29 ans, originaire de Ruschein dans l'Oberland grison, c'est un jeu d'enfant – après, sa journée sera finie.

Gian Darms est debout depuis 5 h 30, comme chaque fois qu'il travaille dans l'équipe du Bulletin. Il consulte d'abord l'imprimante de la centrale d'alerte aux avalanches. Des données issues de plus de cent stations de mesures automatiques y sont parvenues pendant la nuit. La période avant 8 heures est très dense. Il faut qu'à ce terme la nouvelle évaluation des dangers pour le jour naissant soit disponible en ligne. G. Darms se concentre sur le contrôle de toutes les informations, y compris les modèles et les bulletins météorologiques. À 7 heures, il retrouve son collègue d'équipe Lukas Dürr pour une rapide mise au point. «Pas de neige fraîche pendant la nuit, faible vent de secteur nord-est, pas de différence par rapport au bulletin dans l'évaluation du danger des observateurs», résume-t-il d'une voix ferme à propos de la situation météorologique et avalancheuse actuelle, recommandant de garder tel quel le bulletin de la veille. Tous deux débattent du niveau de danger, des aspects que celui-ci peut prendre, et décident de ne rien modifier par rapport à la veille.

«Notre bulletin d'avalanche n'est jamais établi en solitaire, il naît toujours de la collaboration de deux à trois prévisionnistes», explique G. Darms. «Une équipe qui fonctionne bien est donc indispensable.» De plus, en vue d'une bonne compréhension ultérieure de l'évaluation des dangers, G. Darms et ses collègues archivent toutes les données qui sous-tendent les décisions.

Lors de journées calmes comme celle-ci, un saut sur le terrain est tout à fait possible. Les skis sur l'épaule, G. Darms et L. Dürr se dépêchent pour ne pas manquer le chemin de fer du Parsenn à 8 h 15. Pour G. Darms qui a grandi juste en bas des pistes de ski, de telles excursions apportent une note de changement bienvenue au quotidien du bureau. Le but des deux prévisionnistes est de regarder eux-mêmes l'état du manteau neigeux sur le Weissfluhjoch. Sur eux, comme toujours, le téléphone portable de garde. «En service, nous sommes joignables 24 h sur 24.»

Alors qu'ils déblaient la neige, le téléphone se met justement à sonner. «Salut Fridolin», dit G. Darms, et il écoute attentivement les descriptions de l'appelant sur le transport de la neige par le vent au Glaspas. «Les quelque 200 observatrices et observateurs qui interviennent tous les jours pour le SLF, constituent le cœur même de l'alerte aux avalanches. Leurs comptes rendus sur la situation nivologique et avalancheuse locale sont indispensables pour la prévision des avalanches», précise G. Darms, lui-même patrouilleur et observateur du SLF pendant des années au cours de ses études.

Il est désormais grand temps de retourner au bureau. Le briefing suivant a lieu à 15 h. D'ici-là, il faut avoir interprété toutes les données nouvellement arrivées. Les services de sécurité et les sportifs de la neige attendent déjà l'évaluation des dangers pour le lendemain, celle-ci étant mise en ligne en quatre langues à 17 h sur le site Internet et l'App.

Être exposé pendant tout l'hiver à ces contraintes de temps et à cette responsabilité est une charge à ne pas sous-estimer. Malgré tout, G. Darms dort sur ses deux oreilles: «En tant que praticien de longue date, je suis très conscient des limites du bulletin d'avalanche. Il fournit une base importante. Mais sur le terrain, chacun est responsable de ses décisions.»

«Ina biala sera», souhaite Gian Darms à ses auditrices et auditeurs sur Radio Rumantsch. Sa soirée de congé peut dès lors commencer. *(chu)*

Pour en savoir plus sur l'établissement du bulletin d'avalanche:
www.slf.ch/more/bulletindavalanche

Plate-forme du SLF sur la prévention des avalanches:
www.whiterisk.ch/fr

Figure 1a Avalanche

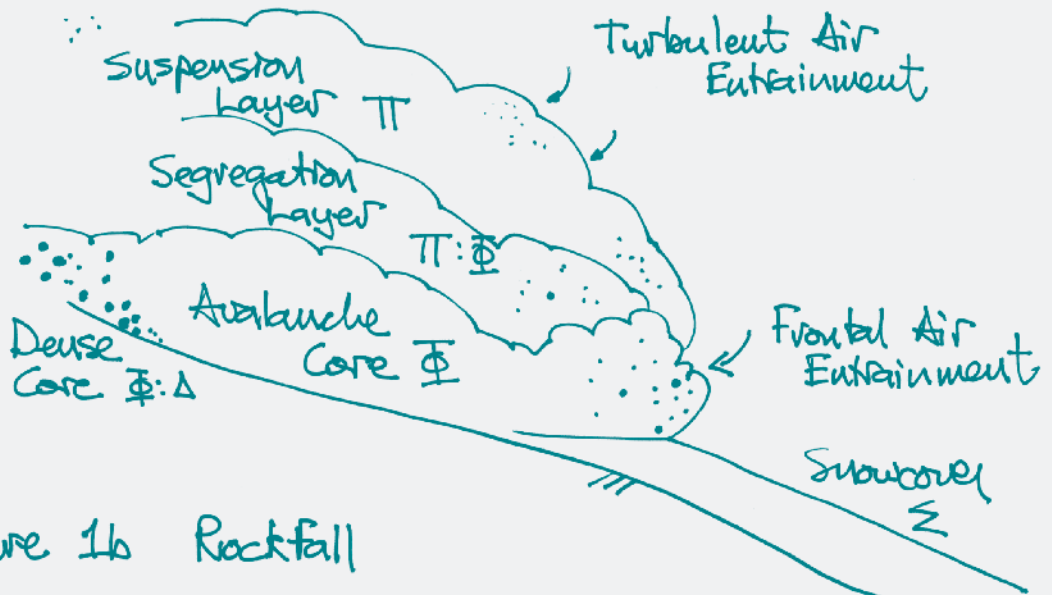


Figure 1b Rockfall

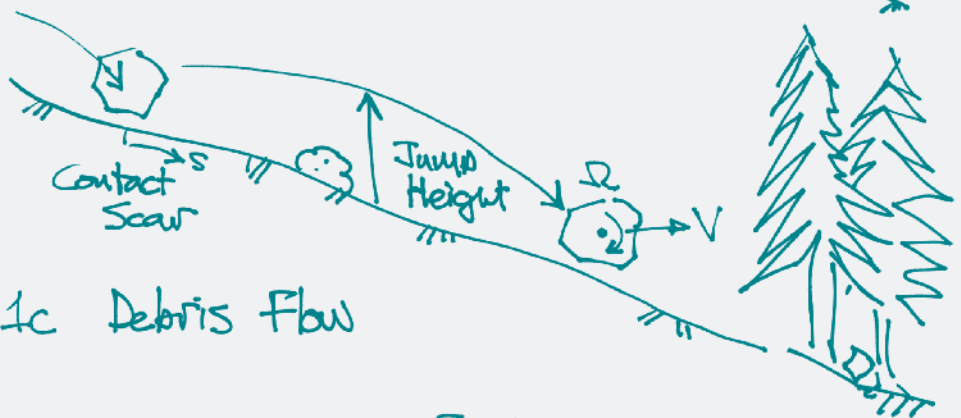
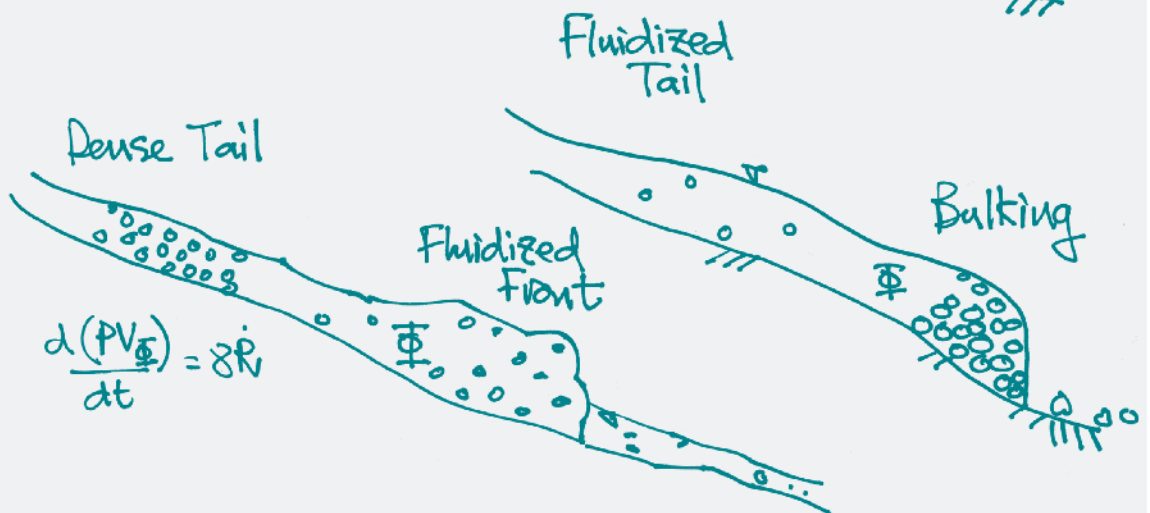


Figure 1c Debris Flow



Calculer les dangers naturels suppose d'abord la compréhension des processus en cours. Derrière le paquet logiciel RAMMS se cachent de nombreuses réflexions mathématiques et physiques. Quelle est la structure d'une avalanche? Que se passe-t-il lorsqu'une pierre heurte le sol? Comment l'eau et les pierres se mélangent-elles dans une coulée de boue?

DANGERS NATURELS **Rendre les avalanches, les laves torrentielles et les chutes de pierres prévisibles**

Avril 2005, en amont du Fuchslaui dans le Murgtal (SG): des blocs rocheux roulent dans la vallée. En aval, un bloc massif estimé à 125 tonnes fait tomber les arbres comme des quilles et creuse la Murgtalstrasse d'ornières profondes. La route doit être bloquée pour des raisons de sécurité. Il faudra un mois pour réparer les dégâts.

Juillet 2013, WSL Birmensdorf: sur des dizaines d'écrans d'ordinateur, des pierres virtuelles de formes diverses dévalent dans le Murgtal la pente de montagne numérisée. Comme dans la réalité, certaines pierres restent bloquées dans la forêt, d'autres s'abattent sur la Murgtalstrasse représentée. Des ingénieurs civils, des experts en dangers naturels et des géologues sont assis devant les écrans. Lors d'un groupe de travail, les collaborateurs du WSL et du SLF montrent les plus récents développements de RAMMS (Rapid Mass Movement System): le module pour les chutes de pierres RAMMS::ROCKFALL.

RAMMS est un paquet logiciel qui permet de calculer les avalanches, les chutes de pierres et les coulées de boue, et d'évaluer l'influence du terrain, de la forêt et des mesures de protection. Pour les modules sur les avalanches et les laves torrentielles, 109 licences sont actuellement utilisées, dont 73 à l'étranger (état en février 2014). Le bureau «eau/neige/avalanches» d'André Burkard à Brigue dispose par exemple d'une application. «RAMMS nous sert surtout en cartographie des dangers, notamment pour la trajectoire d'avalanche de Leegraben à Fiesch», précise celui-ci. En effet, le terrain avalancheux y est exceptionnel car il est à une altitude relativement basse, et donc largement boisé, même si la forêt présente des clairières. «Nous avons calculé les trajectoires d'avalanche à travers les différentes clairières et pris en compte l'effet de ralentissement de la forêt», explique A. Burkard. Les calculs ont enfin été intégrés dans l'établissement d'une nouvelle carte des dangers d'avalanche.

Avec RAMMS, le bureau d'ingénieurs évalue aussi des dangers, par exemple pour la route nationale de Gampel – Goppenstein en Haut-Valais ou pour les torrents dans le Mattertal. Là, le pergélisol en train de fondre et les glaciers rocheux en déplacement rapide entraînent le glissement de pentes jusqu'ici stables et de premières fissures dans les parois rocheuses. Le matériau s'accumule dans les chenaux des torrents. Une violente averse suffit pour déclencher des coulées de boue. RAMMS permet d'identifier des zones menacées et de planifier de futures mesures de protection. «Pour nous, c'est un instrument important avec une interface utilisateur facile à manier. Nous pouvons ainsi calculer des avalanches, laves torrentielles et chutes de pierres dans des terrains tridimensionnels. Il est en particulier utile lors de topographies complexes avec plusieurs trajets d'écoulement possibles», souligne A. Burkard.

RAMMS lors des Jeux olympiques d'hiver à Sotchi

RAMMS est aussi connu bien au-delà des frontières helvétiques. En juin 2013, les experts du WSL et du SLF sont allés à Sotchi, en Russie, où se sont déroulés les Jeux olympiques d'hiver en février dernier. Avant les JO, l'Université de

Moscou avait demandé à l'équipe d'évaluer le risque d'avalanche et d'animer un groupe de travail. Environ 40 participants, ingénieurs, spécialistes des avalanches et exploitants de téléskis reçurent des instructions sur le module d'avalanche. Stefan Margreth, expert en protection contre les avalanches au SLF, rédigea de plus un rapport qui évaluait la situation avalancheuse dans le domaine skiable et recommandait des mesures de protection. La Russie profite ainsi des connaissances spécialisées du WSL et du SLF. Quant aux chercheurs suisses, ils ont la chance exceptionnelle d'expérimenter, dans une autre chaîne montagneuse, les méthodes développées et testées dans les Alpes.

Une autre zone d'utilisation de RAMMS est la «Manali-Leh-Highway» au nord de l'Inde, région impraticable l'hiver vu ses cols à plus de 4000 m d'altitude. Un tunnel y est construit à 3100 m d'altitude. Les experts suisses collaborent avec l'Institut indien sur les avalanches «Snow and Avalanche Study Establishment SASE». «Nous avons mené des études pour déterminer le danger d'avalanches dans certaines grandes zones avalancheuses le long des routes d'accès au tunnel Rohtang », explique Agraj Upadhyay, scientifique au SASE. L'équipe helvétique RAMMS calcula aussi les laves torrentielles. Ce ne fut pas tâche facile, car le modèle nécessite de nombreuses données d'entrée, souvent absentes dans cette zone reculée. La simple détermination des endroits où des coulées de boue ou des avalanches pourraient se déclencher, constituait un défi. Mais cela a fonctionné: les résultats des simulations ont permis de délimiter les zones les moins exposées et d'élaborer des recommandations pour les mesures de protection.

Un système d'alerte précoce pour le Pérou

L'équipe RAMMS soutient aussi le Groupe de recherche «Glaciologie et géomorphodynamique» de l'Université de Zurich pour un projet au Pérou. En avril 2010, une avalanche de rochers et de glace se détacha au niveau d'une paroi



Murgtal, avril 2005. Un bloc de pierre dévale le versant de la montagne et s'écrase contre la Murgtalstrasse. L'équipe de développement de RAMMS utilisa cet événement pour tester le nouveau module de chutes de pierres.

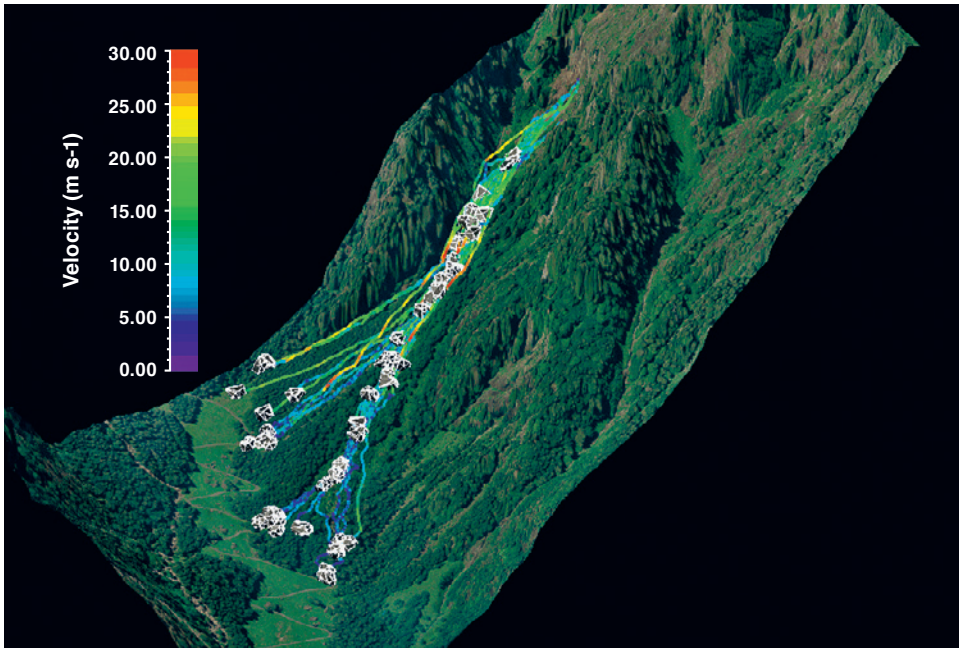
abrupte englacée au Nevado Hualcán, dans la Cordillère blanche, et s'écrasa sur le lac glaciaire Laguna 513. Le lac déborda et déclencha une lave torrentielle. Les coulées détritiques détruisirent nombre de surfaces agricoles et de ponts dans la commune de Carhuaz. D'autres parties du glacier menaçant de s'effondrer, il fut décidé d'installer un système d'alerte précoce. Le groupe de chercheurs de Zurich utilisa RAMMS pour suivre de près l'effondrement glaciaire et la lave torrentielle, et calculer de futurs scénarios. «Les résultats nous aidèrent à dresser une nouvelle carte des dangers qui nous permit entre autres de définir des voies d'évacuation de la population», explique Holger Frey, scientifique à l'Université de Zurich. «De plus, grâce à RAMMS, nous avons pu estimer la période écoulée entre le déclenchement d'une avalanche et l'arrivée de la lave torrentielle à Carhuaz.»

Mais il ne s'agit pas toujours d'un danger naturel d'envergure. En France, le toit du Centre Pompidou à Metz offre un exemple surprenant. Une membrane textile est tendue au-dessus de la construction en bois de 8000 m² aux nombreuses courbes. Or, juste après l'ouverture en 2010, cette membrane se déchira déjà sous le poids de la neige particulièrement élevé. La neige avait glissé des surfaces pentues du toit et s'était amassée dans les cuvettes. RAMMS rend possible de nouveaux calculs de la répartition et du poids de la neige. «Pour appliquer le modèle d'avalanche à ce cas spécial, nous avons dû adapter certains paramètres», décrit S. Margreth. «Les résultats étaient cependant étonnamment raisonnables». Aujourd'hui, les essais se font avec des paraneiges et des filets qui recouvrent les cuvettes.

Plus d'informations
sur «RAMMS» à
l'adresse:
[www.wsl.ch/more/
ramms-fr](http://www.wsl.ch/more/ramms-fr)

Avalanches, chutes de pierres et coulées de boue d'un clic de souris

Appliquer RAMMS suppose de bien connaître le domaine en question et de disposer de données suffisantes sur les événements antérieurs. Car pour que les



Le module RAMMS::ROCKFALL calcule une multitude de scénarios pour les chutes de pierres dans le Murgtal. Il prévoit le chemin qu'emprunteraient les pierres, la hauteur à laquelle elles rebondiraient, leur lieu d'atterrissage et la violence de leur choc dans la vallée.

Graphique: Marc Christen, SLF

utilisateurs puissent se tourner vers des scénarios d'avenir, RAMMS doit déjà refléter de façon réaliste les avalanches, coulées de boue ou chutes de pierres antérieures. Une grande expérience pratique est aussi nécessaire afin de bien sélectionner les conditions de départ comme le volume ou la forme des pierres.

Une fois les données rentrées, il est possible de lancer les simulations d'un clic de souris. À l'écran, la neige, les débris et les pierres se mettent en mouvement. L'interprétation des résultats suit. Le danger est grand de surestimer le degré de détail des résultats et de rechercher les maisons ou rues concernées sur les photographies aériennes. Or RAMMS ne permet pas d'aller si loin. Il faut au contraire calculer un grand nombre de scénarios afin d'identifier les zones menacées sur la base de leur répartition et d'estimer les risques.

«Il nous importe que les utilisateurs appliquent notre programme correctement, remettent en question les résultats de façon critique et les interprètent avec justesse», souligne Marc Christen, ingénieur logiciel au SLF. «Nous indiquons toujours que des modèles de calculs comme RAMMS ne reflètent qu'approximativement la réalité.» Afin de former les utilisateurs au maniement du paquet logiciel et à l'interprétation des résultats, l'équipe RAMMS dirige des groupes de travail en Suisse et à l'étranger plusieurs fois par an.

La recherche et le développement sont la clé du succès

RAMMS est le fruit de nombreuses années de recherche et développement. Un de ses éléments phares est à l'heure actuelle le module sur les chutes de pierres, développé par le WSL et le SLF en collaboration avec l'Institut des systèmes mécaniques de l'EPF à Zurich. À l'aide de nouvelles lois d'interaction, il calcule chaque point de contact entre le terrain et le corps des blocs; il simule la hauteur et la distance à laquelle les pierres sautent, la vitesse à laquelle elles dévalent la montagne, la façon dont le relief modifie la trajectoire ainsi que l'endroit où les pierres atterrissent ou sont stoppées. Une première: il est désormais possible de calculer des formes réelles et tridimensionnelles de pierres. Le module sera normalement à la disposition des praticiens dès cette année.

De nouvelles connaissances favorisent également le perfectionnement d'autres processus. «Pour les avalanches, cela concerne les avalanches de poudreuse, de neige mouillée et celles de petite taille», explique Perry Bartelt, directeur du Programme de recherche RAMMS. «Le module actuel calcule uniquement de grandes avalanches coulantes d'environ 100 000 m³. Mais nous recevons souvent des demandes de simulations pour de petites avalanches de 2000 m³ seulement.» Il faut alors prendre davantage en compte la forêt. En effet, tandis qu'elle est simplement balayée par les grandes avalanches, elle peut assurer une fonction de protection lors des petites.

L'intégration des connaissances dans les modules RAMMS constitue un défi pour M. Christen. «Le paquet logiciel devient toujours plus performant, mais aussi plus complexe et plus difficile à utiliser», note-t-il. «Il nous importe toutefois de proposer un outil utile aux praticiens.» Le perfectionnement consiste donc à trouver un équilibre exigeant entre l'intégration du plus grand nombre possible de nouveautés et la prise en considération des besoins des utilisateurs, comme le souhait d'une interface homogène et simple à maîtriser. Et M. Christen de conclure avec conviction: «Jusque-là, nous y sommes bien parvenus et cela restera un objectif central à l'avenir.» (bzi)

Pour en savoir plus
sur la recherche
sur les dangers
naturels:
[www.wsl.ch/more/
dangersnaturels](http://www.wsl.ch/more/dangersnaturels)



Lukas Stoffel, Davos

«Ayant grandi à Flims, j'aime accompagner les skieurs en montagne depuis mon enfance. Je me sens particulièrement à l'aise sur mes skis de fond. J'adore aussi la course d'orientation à ski car elle a souvent un petit parfum d'aventure. Après mes années de compétition et jusqu'à récemment, j'ai entraîné les cadres juniors en course d'orientation à ski.»

MESURES DE PROTECTION CONTRE LES AVALANCHES

La vie dans les Alpes ne se conçoit pas sans protection contre les avalanches. Ingénieur civil, Lukas Stoffel conseille les communes dans le choix de ces mesures de protection. Il calcule le degré de stabilité que doit assurer la construction de galeries paravalanches ou dresse des cartes de

danger d'avalanche, pour une mine de cuivre au Chili par exemple. Sa spécialité: le déclenchement artificiel d'avalanches sur lequel les responsables en matière de sécurité misent souvent de façon préventive afin de protéger routes ou pistes de ski.

BIODIVERSITÉ Flore d'altitude: le changement climatique augmente la diversité des espèces sur les sommets

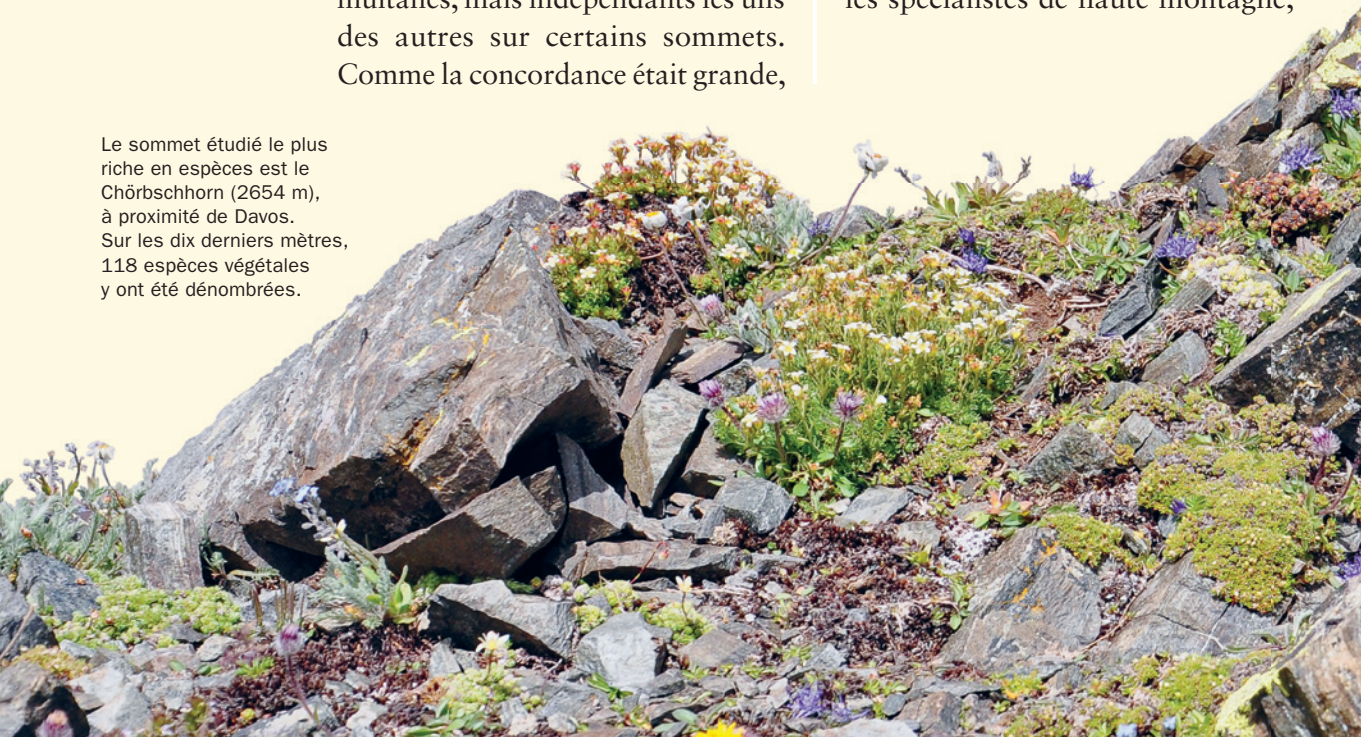
Afin de découvrir les répercussions du changement climatique sur la flore de haute montagne, des chercheurs du SLF ont inventorié toutes les espèces végétales présentes sur environ 150 sommets du sud-est des Alpes suisses. Petit détail piquant: d'autres l'avaient déjà fait avant eux, souvent dès le XIX^e ou le début du XX^e siècle. Étant donné que l'on pouvait déjà localiser avec précision les sommets aux époques d'avant le GPS, il est possible de comparer exactement les mêmes endroits.

Seize espèces au lieu d'une

Pour les botanistes du projet «Flore d'altitude», il s'agissait toutefois de partir tout d'abord à la recherche des travaux des ancêtres – les plus réputés dans le domaine de la botanique selon les dires de leurs contemporains – dans les archives et les publications historiques. Afin de pouvoir garantir également la qualité la plus élevée possible pour leurs propres données, ils demandèrent à plusieurs chercheurs d'effectuer des relevés simultanés, mais indépendants les uns des autres sur certains sommets. Comme la concordance était grande,

et de ce fait l'erreur de l'observateur faible, l'équipe réunie autour de la directrice de projet Sonja Wipf a pu prouver sans aucun doute possible que depuis l'époque de nos arrière-grands-pères passionnés de botanique, les sommets avaient connu de nombreux changements. Par rapport à jadis, un nombre supérieur d'espèces se rencontre sur un nombre supérieur de sommets – sur le Piz Linard (GR), on ne dénombrait qu'une espèce en 1835, contre seize déjà en 2011. Le taux des nouvelles colonisations augmente de façon considérable depuis 1980 – de même que les températures dans les Alpes du sud-est de la Suisse. Le «taux de disparition» demeure au contraire constant au fil du temps, et seules quelques espèces ont disparu de certains sommets. D'autres études indiquant que les températures élevées en tant que telles ne posent problème qu'à un très petit nombre d'espèces de haute montagne, cela n'est pas surprenant. Mais pourquoi les nouveaux arrivants n'ont-ils pas (encore?) évincé les spécialistes de haute montagne,

Le sommet étudié le plus riche en espèces est le Chörbschhorn (2654 m), à proximité de Davos. Sur les dix derniers mètres, 118 espèces végétales y ont été dénombrées.



considérés comme faiblement concurrentiels?

Expérience sur la concurrence

«La grande diversité de niches écologiques en haute montagne en est selon nous responsable», explique S. Wipf. L'exposition nord ou sud, la présence d'un peu d'humus ou d'une roche dénudée, la protection contre le vent par une pierre plus grande interviennent – les conditions environnementales évoluent énormément à la plus petite échelle. Ainsi, les spécialistes de haute montagne continuent de trouver un espace suffisant à coloniser, alors que les concurrents non spécialisés des altitudes inférieures n'y parviennent pas. La concurrence ne joue-t-elle aucun rôle à ce jour? S. Wipf et la doctorante Aino Kulonen ont souhaité le vérifier à l'aide d'une expérience. «L'été dernier, grâce au sarclage, nous avons amoindri, sur six sommets, la situation concurrentielle pour certaines espèces telles que le pâturin des Alpes ou la gentiane de Bavière, et l'avons laissée telle quelle dans un

groupe témoin. Nous sommes curieuses de voir si les plantes sans voisin poussent mieux», précise S. Wipf. «Le contraire est aussi envisageable. Le voisinage contribue peut-être même à leur épanouissement.»

De la Roumanie au Svalbard en passant par l'Espagne

Cet été, on rencontrera de surcroît des botanistes sur les sommets en Italie, Norvège (y compris au Svalbard), Autriche, Pologne, Roumanie, Écosse, Suède, Slovaquie et Espagne. Ils y effectueront des relevés de végétation similaires en étroite collaboration avec des chercheurs du SLF. S. Wipf et ses collègues évalueront par la suite au SLF les données issues de toute l'Europe. «En vue de la comparaison historique, nous avons même recours à une ancienne publication latine. Nous ne reculons devant rien pour avoir un aperçu de l'influence du changement climatique sur la flore d'altitude dans toute l'Europe», déclare S. Wipf. (bio)

www.slf.ch/more/floredaltitude



Avalanches en forêt: les arbres peuvent-ils arrêter les masses de neige?



La forêt ralentira à peine les grandes avalanches qui se déclenchent en amont de la limite forestière; les masses de neige brisent souvent les arbres comme des allumettes.

«À tous ceux qui lisent ou entendent parler de cette lettre, nous demandons de protéger la forêt en amont d'Andermatt, ainsi que les plantes vivaces en amont et en aval de la forêt.» Depuis cette lettre officielle de la commune d'Andermatt en 1397, plus de 600 ans se sont écoulés, mais le thème de la «forêt protectrice» est toujours d'actualité. Ainsi, deux thèses de doctorat au SLF se concentrent sur la question suivante: la forêt peut-elle ralentir les avalanches, et si oui, dans quelle mesure? Les analyses de Michaela Teich démontrent que les forêts d'épicéas et les forêts mélangées denses, aux nombreux arbres de faible dimension, provoquent l'arrêt des avalanches déclenchées dans la forêt sur une distance de 200 mètres. En revanche, les grandes avalanches qui se déclenchent au moins 150 mètres en

amont de la limite forestière, accumulent le plus souvent tellement d'énergie jusqu'à leur contact avec la forêt qu'elles peuvent détruire celle-ci à grande échelle. En se fondant sur ces résultats et sur ses propres études de terrain, Thomas Feistl a développé de nouvelles théories sur le bilan énergétique et le bilan massique des avalanches, et il les a intégrées comme version test dans le programme de simulation des avalanches RAMMS. T. Feistl: «Cette nouvelle approche permet de modéliser les influences des essences, de la densité ou de la structure d'âge d'une forêt sur la portée des avalanches; elle permet aussi d'identifier par déduction les endroits où la forêt, en tant que mesure de protection peu coûteuse, est pertinente, et là où elle ne l'est pas.» (*chu*)

www.slf.ch/more/avalancheenforet

Recherche sur la forêt primaire en Ukraine: des photos satellite ouvrent de nouvelles perspectives

La forêt primaire de hêtres d'Uholka-Shyrokyj Luh dans les Carpates ukrainiennes s'étend sur plus de 100 km². Le regard se perd dans l'immensité des collines vertes. Depuis le sol, les dimensions semblent démesurées. Mais de l'espace, des satellites permettent de saisir l'étendue exceptionnelle de cette forêt à l'état sauvage.

Martina Hobi, chercheuse en forêts primaires au WSL, a utilisé les données de haute résolution du satellite WorldView-2, afin de regarder à la loupe la forêt d'Uholka-Shyrokyj Luh. «Grâce aux photos satellite, nous pouvons pour la première fois saisir une forêt primaire d'une telle étendue dans son intégralité.» Elle a combiné les différents canaux de couleur du satellite et identifié ainsi des surfaces ouvertes dans le peuplement forestier. Les résultats la stupéfièrent: «Nous avons retrouvé étonnamment peu de clairières. La dense canopée ne s'ouvre que sur à peine 1 % de la surface et permet d'entrevoir le sol.»

La plupart des clairières sont de très petite taille, d'à peine 30 m² en moyenne. Une grande partie d'entre elles a une superficie inférieure à 200 m² et seules quelques-unes mesurent entre 0,5 et 2 ha. Le houppier d'un hêtre adulte peut d'ailleurs à lui seul couvrir 100 m². Vue du ciel, la forêt ressemble à une fine mosaïque.

«Les données nous permettent de déduire des informations sur le régime de perturbations de la forêt», précise M. Hobi. Des perturbations à vaste échelle comme des tempêtes semblent à peine influencer sur la forêt primaire d'Uholka-Shyrokyj Luh. En général ne se forment que de petites

clairières, lorsqu'un arbre vétérân s'effondre par exemple, ou lorsque certains arbres sont renversés par des rafales de vent. Les résultats le montrent: la forêt primaire, dotée de structures à petite échelle, est en équilibre dynamique. (bzi)

www.wsl.ch/more/primevalforest-ukraine



Vues depuis l'espace, les nombreuses clairières de petite taille (en jaune) dans la forêt primaire de hêtres ukrainienne attirent le regard.

DÉVELOPPEMENT DU PAYSAGE Installations photovoltaïques sur des paravalanches – une production énergétique d’avenir?



L'une des quatre installations solaires d'essai sur des paravalanches à St. Antönien (GR). Sur le tablier para-neige situé derrière les modules solaires s'est accumulée de la neige supplémentaire – un risque potentiel pour la sécurité.

«Pour moi, personnellement, qui ai dormi dans cet hôtel avec vue directe sur l'installation, ce fut vraiment un plus.» Les installations photovoltaïques visibles sur la pente en amont du domaine skiable de Bellwald ne gênent pas, bien au contraire. C'est ce qui ressort de deux enquêtes sur ce projet énergétique pilote, menées par le WSL sous la direction de Matthias Buchecker auprès de touristes et d'autochtones. Sur plus de 350 personnes sondées, près de 80 % pensent que les paravalanches sont un endroit adapté aux installations photovoltaïques. La majorité d'entre elles estime en revanche que les installations sur des surfaces dégagées – à l'exception des zones urbaines et industrielles – ne sont pas appropriées.

Environ 500 km d'ouvrages protègent en Suisse contre les avalanches. Les installations photovoltaïques sur les paravalanches représente-

raient-elles une stratégie d'avenir à l'ère de la transition énergétique? Pas forcément, explique Stefan Margreth, expert en protection contre les avalanches au SLF: «L'idée d'installer des panneaux solaires sur des «supports» existants semble à première vue prometteuse. D'après notre expérience, nous évaluons toutefois l'application à vaste échelle de façon critique pour des raisons de sécurité.» Dans le cadre de directives, la Commission fédérale d'experts en avalanches et en chutes de pierres (CEAC), dont S. Margreth fait partie, a élaboré des critères techniques qui doivent être respectés de façon stricte pour de telles installations. La priorité absolue: le fonctionnement des ouvrages, et par là même la sécurité de la population, ne doivent pas être entravés.

(chu)

www.wsl.ch/more/photovoltaics

La Suisse fait œuvre de pionnière en observation du paysage

Dans les villes et les zones rurales suisses, les habitants se sentent particulièrement à l'aise. Ils s'identifient à leur environnement et le paysage de leur commune de résidence est à leurs yeux plus beau, plus authentique, plus fascinant que ne l'est celui perçu par les habitants des agglomérations périurbaines. Il manque souvent à ces derniers le lien direct avec le paysage qui, selon eux, a fortement changé ces dernières décennies. Ce résultat provient d'une enquête réalisée par le WSL en collaboration avec

l'Office fédéral de l'environnement OFEV, dans le cadre du programme Observation du paysage suisse (OPS). Une première: les chercheurs ont demandé à la population de toutes les régions du pays la façon dont elle perçoit le paysage aux alentours de son logement, et quelles particularités paysagères la Suisse offre à cet endroit. Grâce à cette évaluation exhaustive du paysage, le WSL fait œuvre de pionnier en Europe. (rlä)

www.wsl.ch/more/observationdupaysage

Comment gérer la question de l'acceptation de nouveaux parcs naturels et nationaux? Le Parc Adula montre l'exemple.

Des problèmes d'acceptation entre la population et les promoteurs de parcs entraînent souvent l'abandon de projets de parcs naturels et nationaux. Le WSL étudie cette problématique d'acceptation réciproque au moyen d'enquêtes dans les régions concernées. Le Parc Adula, situé dans les cantons des Grisons et du Tessin, en est un exemple: les communes impliquées voteront en 2015 sur la création de ce parc. À l'initiative de l'association Parc Adula, le WSL a demandé dès décembre 2013 à la population et aux groupes d'intérêt quels étaient leurs désirs et leurs craintes. D'après les premiers résultats, près de la moitié des participants se sont exprimés en faveur du parc, contre un tiers en sa défaveur – avec des différences régionales marquées. Nombreux étaient les indécis. Ces résultats, et d'autres

encore, peuvent être utilisés lors de la planification du Parc Adula et – aux côtés de ceux de plusieurs études de parcs menées par le WSL – pour d'autres parcs helvétiques. (akr)

www.wsl.ch/more/parks
www.wsl.ch/more/adula-en



La région d'Adula possède des espaces naturels intacts, ainsi qu'un paysage et une culture alpine uniques.

GESTION DES DANGERS NATURELS Gestion des dangers naturels sur fond de changement climatique: comment les Organisations doivent-elles s'adapter?



Conséquence du changement climatique? Des sinistres de grande envergure suscitent des débats sociétaux sur l'adaptation nécessaire au changement climatique.

Dans le cadre du projet «Dangers naturels alpins dans le contexte du changement climatique», des chercheurs ont engagé un dialogue inten-

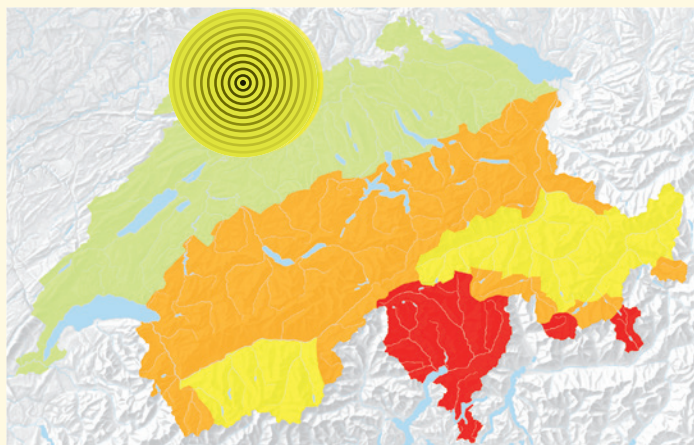
sif avec les praticiens spécialisés en ce domaine des dangers naturels. Ceux-ci ont déjà adapté leur travail au changement climatique de diverses manières. Toutefois, ils ne prennent pas encore suffisamment en compte ni les scénarios climatiques extrêmes, ni les modifications sociétales et économiques, ni le développement de la structure du milieu bâti. La gestion des dangers naturels est ainsi en relation étroite avec le développement régional et doit faire l'objet d'une planification transsectorielle conçue en commun avec tous les participants.

(bio)

www.wsl.ch/more/anik-en

Une nouvelle plate-forme en ligne de la Confédération met la population en garde contre les dangers naturels

Nouveauté: sur une plate-forme commune en ligne, les organes spécialisés de la Confédération renseigneront prochainement la population sur tous



Sur la page initiale du portail dédié aux dangers naturels, une carte montre toutes les alertes actuelles en cas de dangers naturels.

les dangers naturels pouvant survenir en Suisse. L'élément central: une carte interactive qui synthétise toutes les alertes actuelles. Les informations peuvent être consultées en ligne à l'aide d'appareils mobiles, et sont aussi accessibles aux malvoyants. En plus des alertes de l'Office fédéral de l'environnement, du Service sismologique suisse, de MétéoSuisse et du SLF, le portail met à la disposition de tous les «Bulletins de vigilance dangers naturels» et les communiqués de presse, ainsi que les consignes de comportement en cas d'événement naturel.

(mhe)

www.dangers-naturels.ch

Sur mandat du canton de Zurich, le WSL développe et exploite un système de prévision des crues pour le bassin versant de la Sihl. Le baptême du feu a eu lieu la première semaine de juin 2013.

Monsieur Oplatka, après de fortes précipitations, nous nous attendions alors à des crues dans la ville de Zurich et le Sihltal. Le Groupe du WSL «Prévisions hydrologiques» et le système d'alerte étaient en service continu et fournirent des informations au service cantonal dédié aux crues. Comment avez-vous vécu cette collaboration? Nous étions extrêmement heureux de la disponibilité de Massimiliano Zappa et de son groupe, ce week-end-là et aussi 24 h sur 24 en amont. Ils nous ont accompagnés de façon très étroite, nous livrant de façon proactive et continue les derniers calculs et prévisions. Mais le plus important pour moi, ce fut le soutien enthousiaste et chaleureux du groupe. Nous pouvions même appeler la nuit pour discuter avec eux de la meilleure solution.

Quelles mesures avez-vous introduites sur la base des prévisions? Dès le jeudi matin, nous pouvions donner l'ordre à la centrale de pompage-turbinage d'Ettelwerk d'arrêter le pompage, afin de dériver la plus grande quantité d'eau possible du lac de Sihl vers le lac de Zurich. Le vendredi matin, la décision fut prise d'augmenter le débit de la Sihl et de ce fait d'abaisser le niveau du lac de Sihl. Le week-end, grâce au faible niveau des eaux, nous avons ainsi pu utiliser le lac de retenue comme

bassin de rétention pour les grandes masses d'eau apportées par la pluie. Sans ces mesures, les débits de pointe auraient été nettement supérieurs dans le Sihltal et à Zurich.

Selon vous, le système d'alerte a-t-il fait ses preuves?

Oui. Le système est excellent, facile à utiliser, et il associe bien la théorie à la pratique. Mais en cas de crue notamment, nous dépendons aussi du soutien professionnel assuré par le groupe du WSL. D'une part, ils disposent d'une très grande expertise, d'autre part, nous travaillons étroitement ensemble depuis de nombreuses années, les chercheurs connaissant et comprenant les besoins des praticiens que nous sommes. Nous avons ainsi trouvé un langage commun. C'est crucial en cas de crise pour une compréhension rapide. Le plus beau selon moi, c'est la rencontre, sur ce projet pour la protection contre les crues, de deux mondes de passionnés – celui des chercheurs et le nôtre. *(bzi)*

www.wsl.ch/more/sihl-en
www.wsl.ch/more/hochwasserschutz-zh



Matthias Oplatka est le chef général du projet «Protection contre les crues dans la Sihl, le lac de Zurich et la Limmat» et le chef de la Section Travaux publics de l'Office cantonal des déchets, des eaux, de l'énergie et de l'air (AWEL) du canton de Zurich.



Ornières ayant bénéficié de plantations d'aulnes noirs sur la surface de chablis de Lothar à proximité de Habsbourg (AG).

Sur les terrains plats et de faible inclinaison, les lourdes récolteuses tirent souvent les troncs d'arbres au sol en dehors de la forêt. Elles laissent différentes ornières derrière elles, susceptibles d'endommager ou de perturber considérablement la fertilité des sols. Selon le climat, les caractéristiques du sol et le poids de l'engin, elles peuvent causer des compactations du sol qui perdurent pendant des décennies.

De façon générale, on s'efforce d'éviter de tels dégâts. Toutefois, si la structure du sol est perturbée, il importe de réfléchir à la façon dont le

sol pourra se régénérer le plus rapidement possible. En effet, les dispositions légales et la politique forestière 2020 exigent une fertilité à long terme des sols forestiers et une régénération naturelle de la forêt.

Une essence au champ d'application mondial

Comme il est impossible d'ameublir mécaniquement le sol forestier en raison des racines des arbres, une alternative consiste à planter des aulnes noirs en présence de bonnes conditions de luminosité. « Cette essence tributaire de la lumière pompe l'oxygène de l'air par les feuilles, vers le tronc jusqu'aux racines. Le système racinaire est ainsi à nouveau alimenté en oxygène et les parties du sol compactées sont revitalisées », explique Christine Meyer, doctorante au WSL. En effet, les aulnes âgés de deux ans plantés en 2003 dans des ornières profondes ont déjà ameubli le sol après quelques années. Et comme on l'escomptait, nombre d'espèces bactériennes et fongiques importantes pour la vie dans le sol sont venues s'y installer. « Une régénération naturelle des arbres dans ces ornières demande encore 5 à 10 années supplémentaires », déclare Beat Frey, spécialiste en écologie des sols. Une histoire à succès est en train de s'écrire; en effet l'aulne noir pourrait être utilisé mondialement car il est présent sur tous les continents. (rlä)

Protection physique des sols en forêt. Notice pour le praticien du WSL n° 45, 2009.

www.wsl.ch/more/regenerationdessols

Une nouvelle méthode pour mieux comprendre les processus à l'œuvre dans le marché du bois



Les chercheurs souhaitent une meilleure compréhension de la quantité de bois disponible sur le marché.

Le Programme national de recherche PNR 66 vise à valoriser l'exploitation novatrice de la ressource bois. Dans le cadre d'un projet partiel, des chercheurs du WSL tentent d'établir avec d'autres partenaires la quantité de bois effectivement disponible sur le marché. L'équipe de Roland Olschewski et Oliver Thees recourt alors à des méthodes rarement utilisées jusqu'à présent pour analyser les marchés du bois: à l'aide de nouvelles approches économiques, ils décrivent le comportement individuel des acteurs, exploitations forestières ou scieries par exemple. Ces méthodes reposent sur des groupes de travail réunissant les différents acteurs, et sur des expériences économiques qui permettent de tester les critères pris en compte par les participants du marché dans leur prise de décision. Les connaissances obtenues sont intégrées dans un modèle informatique, dit modèle à base d'agents. Celui-ci simule la façon dont les différents acteurs—les agents— négocient ensemble. Les chercheurs ob-



Le nouveau modèle fut entre autres élaboré dans des groupes de travail réunissant différents acteurs.

servent ensuite la manière dont les exploitations forestières mettent le bois à la disposition de ce marché virtuel, puis le livrent aux acquéreurs. Les nouvelles approches facilitent aussi la prise en considération d'aspects non-monétaires, tels que la confiance entre acheteurs et vendeurs. Par la suite, plusieurs scénarios sont développés afin de mieux clarifier les incidences sur le marché d'une fusion de prestataires en organisations de commercialisation, ou encore l'impact d'importants chablis. *(mhe)*

www.wsl.ch/more/marchedubois

Irmi Seidl, Birmensdorf

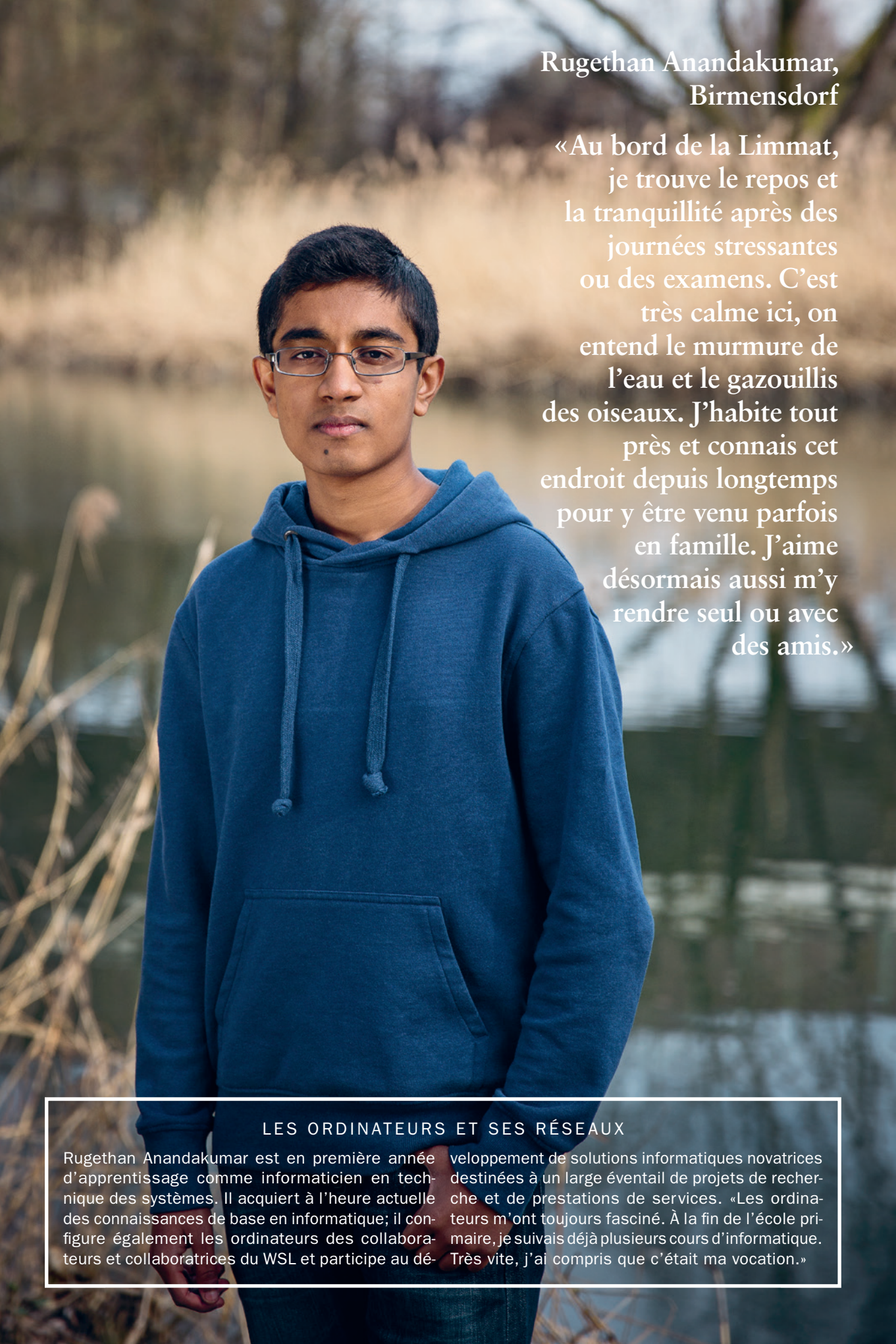
«Avant, je passais tous les jours ici pour me rendre à mon travail, le Parc Irchel étant sur mon chemin. Et aujourd'hui encore, lorsque je vais donner des cours, je savoure ce trajet. J'aime la cohabitation étroite, au cœur de Zurich, de la végétation sauvage et des espaces de détente exploités de façon intensive. Ici se croisent des joggers, des enfants, des personnes âgées, des étudiants... Une magnifique offre de la ville.»



ÉCONOMIE, ÊTRE HUMAIN ET NATURE

Irmi Seidl dirige l'Unité de recherche Sciences économiques et sociales. «L'utilisation des ressources environnementales par l'être humain et son interdépendance avec le contexte socio-économique, me fascine comme question. Hommes et femmes s'organisent-ils afin de gérer la nature de façon du-

nable et si oui, pour quelles raisons?» D'autres questions sur lesquelles travaille l'économiste portent sur les processus du développement urbain, ainsi que sur l'identification et l'analyse des mesures efficaces en politique environnementale. «La pérennité est pour moi primordiale.»

A portrait of a young man with dark hair and glasses, wearing a blue hoodie, standing outdoors in front of a blurred background of trees and water. The text is overlaid on the right side of the image.

Rugethan Anandakumar,
Birmensdorf

«Au bord de la Limmat,
je trouve le repos et
la tranquillité après des
journées stressantes
ou des examens. C'est
très calme ici, on
entend le murmure de
l'eau et le gazouillis
des oiseaux. J'habite tout
près et connais cet
endroit depuis longtemps
pour y être venu parfois
en famille. J'aime
désormais aussi m'y
rendre seul ou avec
des amis.»

LES ORDINATEURS ET SES RÉSEAUX

Rugethan Anandakumar est en première année d'apprentissage comme informaticien en technique des systèmes. Il acquiert à l'heure actuelle des connaissances de base en informatique; il configure également les ordinateurs des collaborateurs et collaboratrices du WSL et participe au dé-

veloppement de solutions informatiques novatrices destinées à un large éventail de projets de recherche et de prestations de services. «Les ordinateurs m'ont toujours fasciné. À la fin de l'école primaire, je suivais déjà plusieurs cours d'informatique. Très vite, j'ai compris que c'était ma vocation.»

En 2013, le total des recettes du WSL a augmenté d'environ 3,3 millions de francs par rapport à l'année précédente, pour atteindre 82,7 millions de francs. Cette augmentation est principalement liée à l'accroissement des fonds secondaires: par rapport à 2012, ils ont progressé de 19 %. Les mandats de recherche de la Confédération génèrent à eux seuls un montant de 16,2 millions de francs. La majeure partie de cette somme (9,3 millions) est allouée à l'Inventaire forestier national, à l'alerte aux avalanches du SLF, à la protection des biotopes suisses et au Programme de recherche «Forêt et changements climatiques». Sur la somme restante, 3,1 millions de francs sont attribués au nouveau laboratoire de protection phytosanitaire. Fin 2013, le WSL finançait environ 200 projets à l'aide de fonds secondaires. Cela correspond à un accroissement de 10 %. Les fonds à disposition permettent de couvrir tant les

charges salariales et de fonctionnement que les investissements dans le mobilier et les biens immobiliers. En 2013, le total des charges dépasse de près de 5 millions de francs celui de l'année précédente. Les charges liées au personnel, à hauteur de 55 millions de francs environ, constituent la part la plus importante des dépenses. La hausse de 3 % par rapport à 2012 est due à l'augmentation générale des salaires, ainsi qu'à l'accroissement des effectifs. Les provisions ont progressé de 3,8 millions de francs pour atteindre quelque 14,8 millions de francs en 2013. Les postes principaux correspondent à des engagements internes, à la construction du nouveau laboratoire de protection phytosanitaire, ainsi qu'à des provisions de fonds à affectation déterminée pour des projets financés par des fonds secondaires et des fonds de tiers. *(lst)*

Compte de résultats de 2013

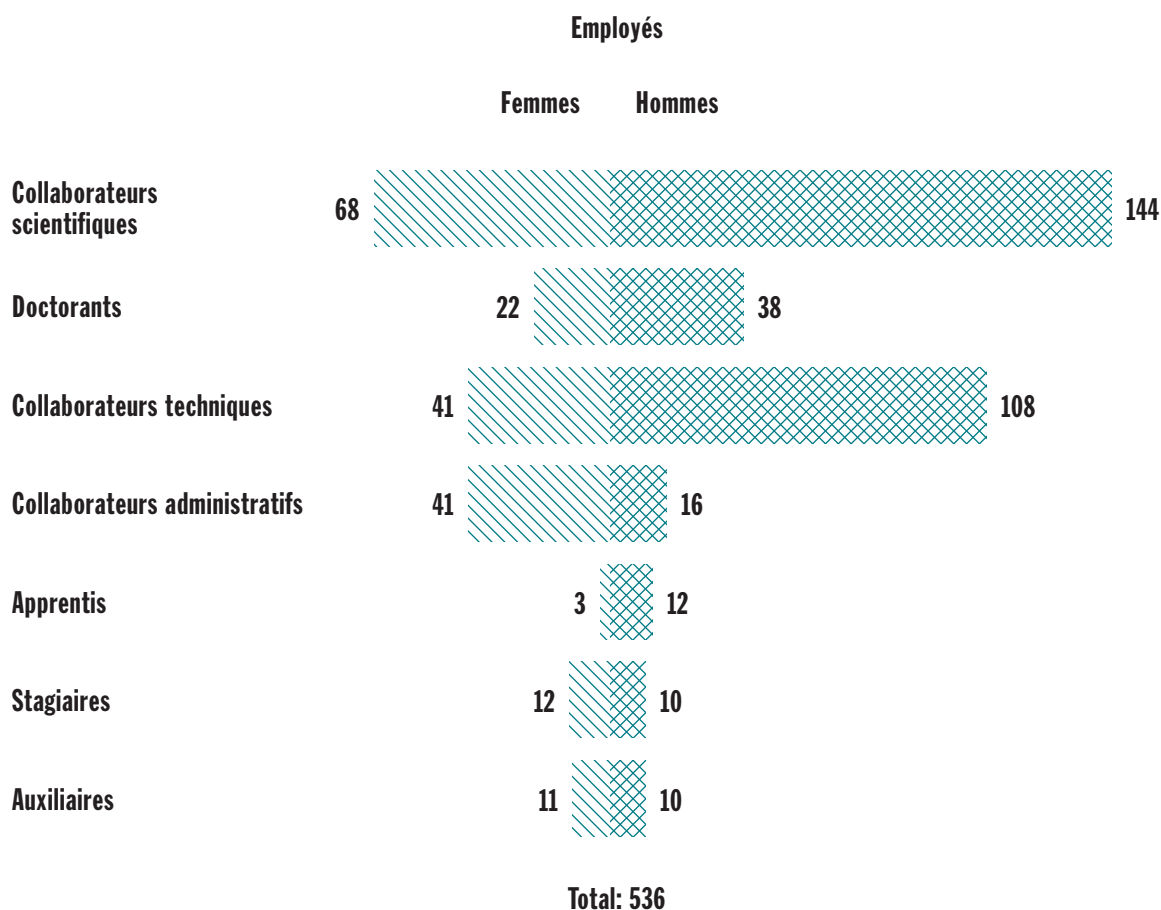
Charges en milliers de francs	2013	2012
Charges liées au personnel	54 964	53 321
Charges de fonctionnement	14 800	15 268
Provisions/amortissements	14 772	10 948
Total des charges	84 536	79 537
Produits en milliers de francs	2013	2012
Subventions de la Confédération	55 041	54 448
Centre de compétences CCES	576	471
Fonds secondaires:		
Aide à la recherche	3 916	2 304
Mandats de recherche de la Confédération	16 189	14 023
Programmes de recherche européens	791	1 230
Fonds de tiers	3 292	4 567
Divers produits	2 890	2 382
Total des produits	82 695	79 425

PERSONNEL

Par rapport à l'année précédente, les effectifs du WSL ont légèrement augmenté en 2013: l'Institut comptait 536 collaborateurs en fin d'année, soit 18 de plus qu'en 2012. À hauteur de 49 %, la proportion de personnes engagées avec un contrat à durée déterminée s'est elle aussi légèrement accrue. Il y a une grande diversité au WSL: un collaborateur sur quatre vient de l'étranger, et 87 % d'entre eux de l'UE. La proportion de femmes, en hausse de 1 %, atteint 37 %. Sur les 198 collaboratrices, 22 font partie des cadres.

Pour ses collaborateurs, le WSL crée un environnement qui les aide à concilier vie professionnelle et vie familiale. Ainsi, en 2013, environ 42 % des collaborateurs du WSL travaillaient à temps partiel: 63 % des femmes et 30 % des hommes. Sur le plus long terme, le WSL attache particulièrement d'importance à la relève scientifique. À la suite des résultats d'une étude me-

née l'année dernière sur divers aspects de la vie des doctorants, le WSL a fondé un Club PhD afin d'encourager les compétences transdisciplinaires de façon ciblée. Dans ce Club, les doctorants apprennent par exemple à mieux s'organiser ou encore à planifier un budget. Les membres du Club organisent aussi des modules sur des thèmes tels que la planification de carrière ou le soutien aux activités scientifiques générales comme les statistiques. Le Club PhD renforce non seulement les interactions entre les doctorants d'origines diverses et issus de sites différents, mais aussi la collaboration entre des employés d'échelons hiérarchiques et de domaines de travail variés. *(lst)*

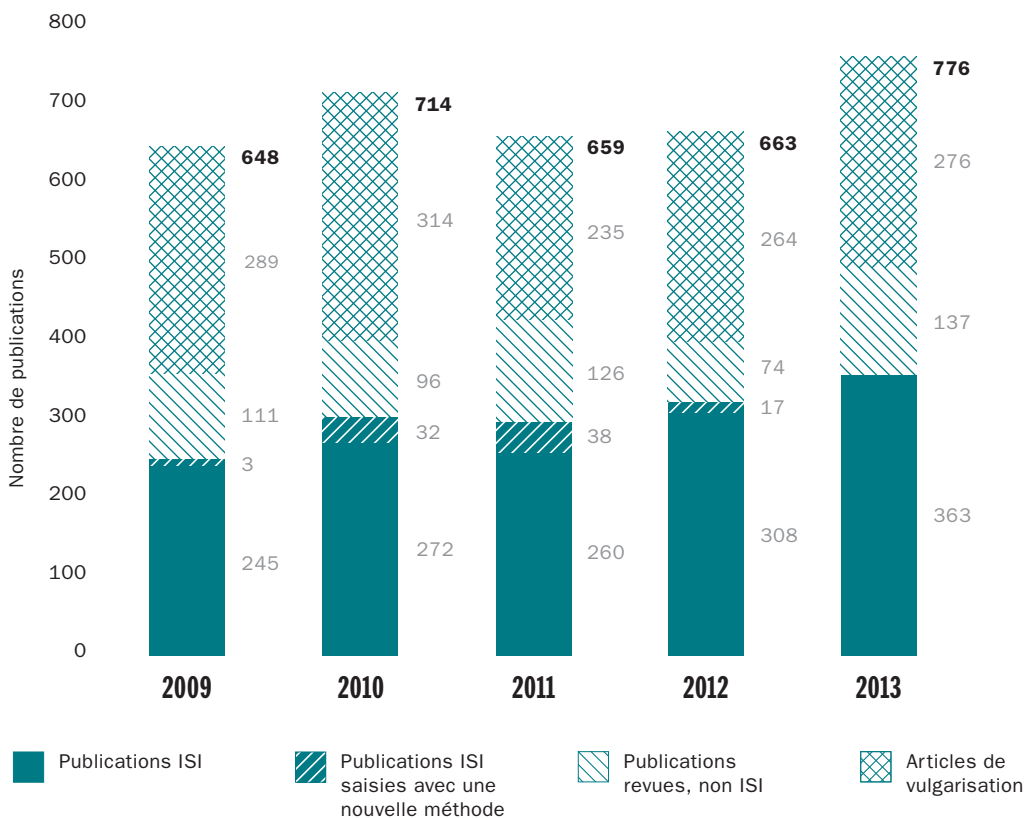


En recherche, un indicateur clé est le nombre de publications du WSL. En 2013, dans l'ensemble, celui-ci a augmenté de 17 %. Les chercheurs du WSL se distinguent par 363 publications ISI, soit 18 % de plus que l'année précédente, et 48 % de plus qu'il y a 5 ans. La proportion de publications revues, non ISI, dépasse de 23 % la valeur de l'année 2009. Après un recul en 2012, on comptabilise 137 contributions dans cette catégorie en 2013. Quant aux articles de vulgarisation qui permettent aux collaborateurs du WSL de s'adresser aux praticiens, ils progressent eux aussi à nouveau après une baisse en 2011. En 2013, ils dépassent de 17 % la valeur de 2011.

Le WSL poursuit l'objectif suivant: publier dans le plus grand nombre possible de revues

spécialisées fréquemment citées et fortement réputées. C'est pourquoi le WSL, en plus de définir le nombre de publications, calcule l'«Impact Factor», le facteur d'impact. Il s'agit de mesurer la fréquence de citations pour une revue ISI dans sa totalité. En recherche, ce facteur est considéré comme LE critère de qualité. Pour le WSL, il a augmenté de façon continue ces dernières années, étant passé de 3,2 en moyenne en 2009, à 3,9 en 2013. Les chercheurs de notre Institut ont ainsi non seulement publié en plus grande quantité en 2013, mais aussi dans des revues plus fréquemment citées. *(hcb)*

Publications du WSL en 2009–2013





La punaise du pin introduite en provenance d'Amérique du Nord, est apparue pour la première fois dans notre pays en 2002, au Tessin. Depuis 2006, elle s'est aussi installée au nord des Alpes. Elle exerce des activités de succion sur les aiguilles et les cônes de différents résineux, mais ne menace à ce jour aucune de nos essences indigènes.

La mondialisation a aboli les distances. Non seulement pour nous, êtres humains, mais aussi pour les autres êtres vivants. Issues d'autres continents, de nouvelles espèces animales et végétales s'introduisent régulièrement dans notre pays par les voies de migration les plus diverses. Certaines sont définies comme invasives, en fonction de leur degré de propagation et de la quantité de dégâts qu'elles génèrent. Le prochain numéro de DIAGONALE se consacrera aux problèmes causés par le capricorne asiatique, la renouée du Japon & Co, et aux efforts entrepris par le WSL pour les résoudre.

Responsable de l'édition:
Konrad Steffen, prof.,
Directeur du WSL

Texte et rédaction:
Hans-Caspar Bodmer (hcb),
Kathrin Brugger (kbr),
Sandra Gurzeler (sgu),
Martin Heggli (mhe),
Christine Huovinen (chu),
Anna Kreidler (akr),
Reinhard Lässig (rlä),
Birgit Ottmer (bio),
Susanne Senn-Raschle (ssr)
Ludwig Stecher (lst)

Direction rédactionnelle:
Kathrin Brugger, Christine Huovinen
diagonal@wsl.ch

Traduction: Jenny Sigot Müller, WSL
Relecture: Monique Dousse, Rotkreuz

Maquette:
Raffinerie AG für Gestaltung, Zurich

Impression:
Sihldruck AG, Zurich

Tirage:
1500 exemplaires, deux numéros
par an. Le Magazine du WSL
DIAGONALE paraît aussi en allemand.

Référence bibliographique:
Institut fédéral de recherches WSL
2014: Magazine du WSL Diagonale,
1 / 14. 36 p.
ISSN 2296-3596

Service d'abonnement:
www.wsl.ch/diagonale

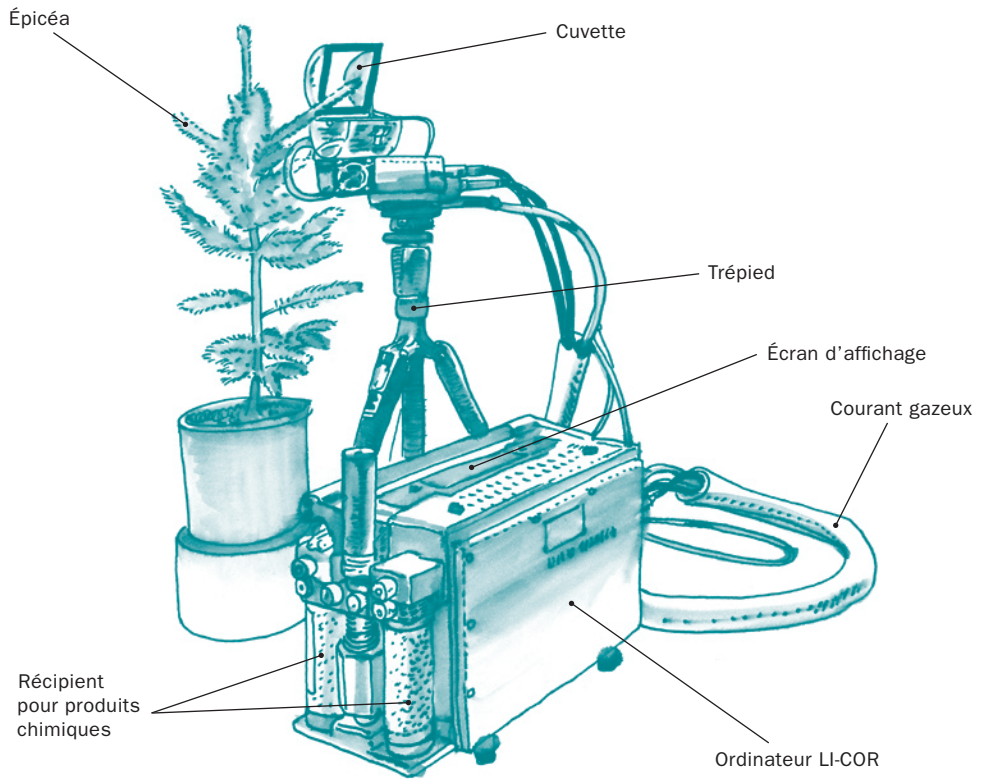
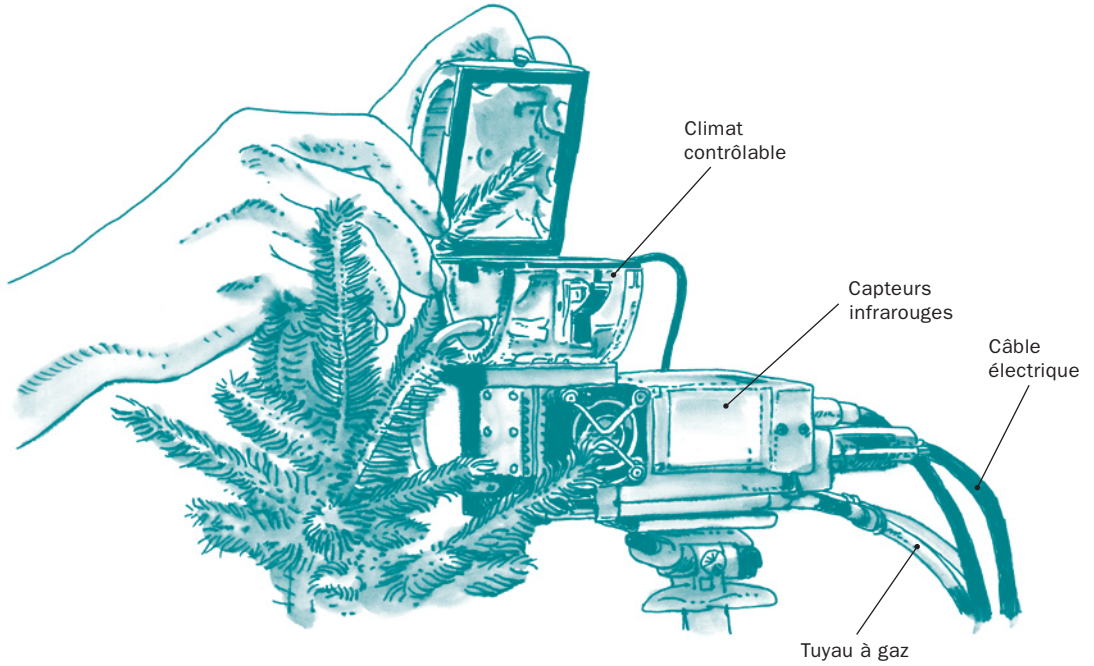
Diffusion:
Institut fédéral de recherches WSL
Zürcherstrasse 111,
CH-8903 Birmensdorf
Courriel: eshop@wsl.ch,
www.wsl.ch/eshop

PERSONNES



L'équipe de rédaction du WSL, de droite à gauche en partant du haut, debout: Sandra Gurzeler, Birgit Ottmer, Bärbel Zierl, Reinhard Lässig; assis: Martin Heggli, Kathrin Brugger, Christine Huovinen

LI-COR



Pendant la journée, les plantes réalisent la photosynthèse, tandis qu'elles respirent seulement pendant la nuit. Le LI-COR permet de mesurer de tels processus sur les plantes: entre l'ordinateur LI-COR et la cuvette circule un courant gazeux. Étant donné que lors de la photosynthèse, les plantes fixent du CO_2 et rejettent de l'eau, la concentration des gaz évolue dans la cuvette, d'où la possibilité d'émettre des énoncés sur la photosynthèse et la transpiration.

Vidéo sur: www.wsl.ch/schmilblick

SITES

Birmensdorf

Eidg. Forschungsanstalt
für Wald, Schnee und
Landschaft WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
Téléphone 044 739 21 11
Fax 044 739 22 15
wslinfo@wsl.ch
www.wsl.ch

Davos

WSL-Institut für Schnee- und
Lawinenforschung SLF
Flüelastrasse 11
CH-7260 Davos Dorf
Téléphone 081 417 01 11
Fax 081 417 01 10
contact@slf.ch
www.slf.ch

Lausanne

Institut fédéral de
recherches WSL
Case postale 96
CH-1015 Lausanne
Téléphone 021 693 39 05
Fax 021 693 39 13
antennenromande@wsl.ch
www.wsl.ch/lausanne

Bellinzona

Istituto federale di
ricerca WSL
Via Belsoggiorno 22
CH-6500 Bellinzona
Téléphone 091 821 52 30
Fax 091 821 52 39
info.bellinzona@wsl.ch
www.wsl.ch/bellinzona

Sion

Institut fédéral de recherches
WSL
c/o HES-SO
Route du Rawyl 47
CH-1950 Sion
Téléphone 027 606 87 80
valais@wsl.ch
www.wsl.ch/sion

LA RECHERCHE AU SERVICE DE L'ÊTRE HUMAIN ET DE L'ENVIRONNEMENT

Les activités de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL s'articulent autour de l'utilisation et de la protection des habitats ruraux et urbains. Le WSL contribue à la recherche de solutions en vue d'une gestion durable des paysages et des forêts. Il entend promouvoir une attitude responsable face aux dangers naturels qui se manifestent dans les pays de montagne. Dans ces domaines de recherche, le WSL est en tête de liste du palmarès international, et l'Institut fournit les bases d'une politique environnementale durable en Suisse. Le WSL emploie plus de 500 collaboratrices et collaborateurs à Birmensdorf, Bellinzona, Lausanne, Sion et Davos (WSL Institut pour l'étude de la neige et des avalanches SLF). Il est un centre de recherches de la Confédération et fait partie du domaine des écoles polytechniques fédérales.



Flore d'altitude: Niches écologiques en haute montagne, p. 20



En parfait équilibre: la forêt d'Uholka-Shyrokyj Luh en Ukraine, p. 23

