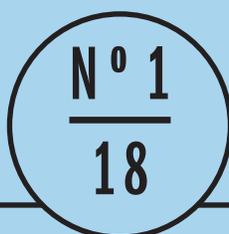


MAGAZINE DU WSL

DIAGONALE

THÈME CENTRAL

Glacial!



Sécheresse:

Comment influence-t-elle le métabolisme des arbres? p. 20

Mercure:

Réaction des bactéries et des champignons au poison, p. 28

Glacier rocheux:

L'eau accélère sa reptation, p. 33

ÉDITORIAL

Chère lectrice, cher lecteur,
Brrr, moins 17 degrés au thermomètre! Vite, rajoutons une couche pour aller à bicyclette au travail. Nous, nivologues, avons aussi froid, même si nous avons l'habitude de rester des heures dans un trou à neige ou dans le laboratoire réfrigéré, et de ne pas mettre de gants dans la neige. Mais pourquoi mener des recherches sur le froid, la neige et la glace à l'ère du réchauffement climatique? Et le WSL déplace-t-il certains de ses travaux vers l'Antarctique parce que nous manquons de neige en Suisse? Loin de là, répondent Konrad Steffen, directeur du WSL et Stefan Flückiger, ambassadeur. L'expertise du WSL est requise afin d'étudier les répercussions du changement climatique – et celles qui affectent les pôles, particulièrement marquées, ont des impacts globaux. Mais la neige, la glace et le pergélisol ne sont pas les seuls à se modifier lorsqu'il fait plus chaud. Les animaux et les plantes réagissent aussi de façon sensible. Plus chaud ne veut pas dire forcément meilleur, parfois les répercussions sont paradoxales, comme vous le découvrirez page 16. Si vous lisez ce Magazine, le froid et le gel n'auront plus de secrets pour vous – j'espère toutefois que ce numéro ne vous laissera pas de glace!



Jürg Schweizer, Directeur du WSL
Institut pour l'étude de la
neige et des avalanches SLF



Le froid



UNE-DEUX

Stefan Flückiger, ambassadeur:
«Les responsables politiques
sont aujourd'hui fortement
sensibilisés aux répercussions
sociétales du changement clima-
tique.»

→ **10**



«MATÉRIAU BRÛLANT»

Du point de vue de la physique,
la neige n'est pas froide,
mais brûlante. Sa capacité
de transformation tient les
chercheurs en haleine.

→ **13**



LES PLANTES ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les plantes adaptées au froid sont
particulièrement touchées par le
réchauffement climatique. Des cher-
cheurs du WSL étudient comment
cette végétation réagit et se modifie.

→ **16**

RECHERCHE DANS UN FROID GLACIAL

Dans le laboratoire réfrigéré du SLF, les expériences se font
avec de la neige. Parfois, ce ne sont pas seulement les
instruments et matériaux qui sont testés par rapport à leur
résistance au froid, mais aussi les chercheurs eux-mêmes.

→ **2**

THÈMES-CLÉS

20 FORÊT

23 PAYSAGE

26 BIODIVERSITÉ

30 DANGERS NATURELS

32 NEIGE ET GLACE

PORTRAITS

19 Christian Ginzler, biologiste

29 Benjamin Fischler, polymécanicien

34 Johanna Donhauser, biologiste

35 IMPRESSUM, À L'HORIZON

36 LE SCHMILBLICK: Le panier à sédiments

REPORTAGE Dans le laboratoire réfrigéré du SLF, les expériences se font avec de la neige du monde entier. Parfois, ce ne sont pas seulement les instruments et matériaux qui sont testés par rapport à leur résistance au froid, mais aussi les chercheurs eux-mêmes.

Recherche dans un froid glacial

A close-up photograph of a researcher wearing a bright yellow jacket and tan work gloves. The researcher is holding a large, rectangular piece of silver, textured insulation material. The background shows a laboratory setting with blue metal shelving and various equipment. The lighting is bright, highlighting the texture of the insulation and the researcher's attire.

Matthias Jaggi teste du matériau isolant pour son expédition en Antarctique.



Le travail à des températures extrêmes nécessite des vêtements chauds: combinaison intégrale en doudoune, gants épais, bottes thermiques et bonnet fourré.

Laboratoire réfrigéré du SLF, Davos (GR).

Photo: Andy Meitler, swiss-image gmbh

Matthias Jaggi souffre. Il est debout dans le couloir chaud donnant sur les chambres froides, et essaie de raviver ses mains privées de leur sang. Parfois, un fourmillement remplace le picotement et ses doigts engourdis reprennent doucement vie. «Je n'ai jamais ressenti de douleurs aussi fortes au niveau des ongles», déclare l'ingénieur mécanique de 34 ans. Comme ses gants le gênaient pour manipuler des appareils, il les a enlevés un moment. Il a pourtant l'habitude de travailler plusieurs heures dans le froid. Ces derniers jours, il a toutefois dû affronter des conditions particulièrement difficiles: dans la chambre n° 4 du laboratoire réfrigéré du SLF règnent des températures glaciales de -40°C .

Le laboratoire réfrigéré permet aux nivologues d'effectuer des expériences avec la neige en toute saison, à des températures ambiantes contrôlées – indépendamment de la chaleur ou du froid extérieurs. Il comporte six chambres, d'environ 20 m^2 chacune, qui font penser à des congélateurs fonctionnels. Leur température peut être réglée en cas de besoin. Elle oscille le plus souvent entre -25 et 0°C . Dans la chambre n° 4, il s'agit même de -40°C , et ce pour une bonne raison: Matthias Jaggi simule des températures polaires.

Les expériences qu'effectue M. Jaggi dans le laboratoire lui servent de préparation à son expédition en Antarctique. Il passera environ trois mois dans la Station Concordia (Dome C) italo-française. Celle-ci se situe à près de 1000 kilomètres de la côte, à environ 3200 mètres d'altitude. Les températures froides y sont garanties: la température moyenne de l'air est de -54°C dans les régions centrales antarctiques. Ce sera le premier voyage de M. Jaggi en Antarc-

tique. «Je me réjouis d’avoir cette possibilité et suis curieux de voir ce qui m’attend dans la Station», précise-t-il.

De la neige toute l’année

Depuis neuf ans, Matthias Jaggi travaille comme collaborateur technique au SLF dans le groupe Physique de la neige. Il soutient les chercheurs dans leurs projets et veille entre autres à ce que tout fonctionne bien dans le laboratoire réfrigéré. Par exemple que la machine de la chambre n° 6 soit opérationnelle hiver comme été. La boîte en forme de réfrigérateur n’a pas l’air spectaculaire à première vue. Mais les apparences sont trompeuses. À l’intérieur de l’appareil sont suspendus des cristaux de neige filigranes à l’image de bijoux sur de minces fils de nylon. Le «Snowmaker» produit de la neige identique à de la neige naturelle. En effet, dans la machine se déroulent en principe des processus identiques à ceux présents dans la nature. Grâce au «Snowmaker», les nivologues ne sont pas tributaires des chutes de neige lors de leurs expériences. Ils peuvent de surcroît créer différentes formes de cristaux en modifiant la température et l’humidité de l’air. La machine peut produire environ sept kilogrammes de neige par jour – du matériel de recherche qui permet par exemple d’étudier les processus physiques à l’œuvre dans la neige.

Les chambres froides servent aussi d’entrepôt pour la neige provenant du monde entier. Celle-ci a été rapportée par les chercheurs au cours de leurs différentes expéditions afin d’être analysée ultérieurement. L’élément le plus important pour le stockage des échantillons de neige, c’est une température ambiante constante de -25°C . Dans ces conditions, la structure de la neige ne change que lentement, les échantillons étant presque conservés dans leur état originel. Il est ainsi possible de les garder jusqu’à ce que l’expérience ait lieu.

Les tomodynamomètres constituent une composante indispensable du laboratoire réfrigéré. Avec ces appareils connus principalement en médecine hu-

La machine à neige
en action:
[www.slf.ch/
machine_a_neige](http://www.slf.ch/machine_a_neige)



La machine à neige permet de fabriquer de la neige dans le laboratoire du SLF de façon similaire aux nuages: par la formation de cristaux issus de la vapeur d’eau.

maine, les chercheurs examinent les échantillons de neige. Ils peuvent les reconstruire de façon tridimensionnelle et observer la métamorphose de la neige (voir la page 13). Lors de cette transformation, la neige modifie sa structure et de ce fait ses propriétés physiques également. Dans des conditions contrôlées en laboratoire, les chercheurs peuvent retracer ce processus prévalant aussi dans la nature. Les connaissances aident par exemple à mieux comprendre la structure du manteau neigeux et la formation des avalanches.

Les expériences en Antarctique portent aussi sur la métamorphose de la neige. L'expédition fait partie du projet «Snow properties evolution in a changing climate in Antarctica», pour lequel le SLF collabore avec l'Institut des Géosciences de l'Environnement à Grenoble et l'Institut polaire français IPEV. L'Antarctique constitue un dépôt d'archives climatiques importantes de la Terre. L'analyse des carottes de glace permet de déduire les températures du passé. La métamorphose de la neige devient alors un facteur qui doit potentiellement être pris en considération lors de la reconstitution des températures antérieures. Afin de mieux comprendre les tenants et les aboutissants, le groupe Physique de la neige du SLF veut étudier les processus de la métamorphose au sein des manteaux neigeux polaires dans des conditions de températures extrêmes.

Boîtes spécialement conçues à cet effet

La pause de réchauffement dans le couloir est terminée. M. Jaggi se glisse à nouveau dans sa combinaison intégrale en doudoune, met son bonnet fourré et ses gants épais, puis il entre dans la chambre froide. Sur la table de laboratoire se trouve un bloc de neige. M. Jaggi attrape la scie et lui confère la forme souhaitée en quelques découpes. Franziska Roth, stagiaire dans le groupe Physique de la neige, le rejoint. Avec prudence, ils soulèvent ensemble le bloc d'environ 40 centimètres de long, et le posent sur un film argenté. Celui-ci est étanche à la vapeur et vise à empêcher l'échange d'air entre le bloc de neige et l'atmos-

Pour en savoir plus sur le laboratoire réfrigéré du SLF (en allemand): www.slf.ch/laboratoire_refrigere



Matthias Jaggi a l'habitude d'opérer à des températures glaciales. Après le travail, il doit toutefois lui aussi se réchauffer.

phère. Des analyses ultérieures doivent révéler quels en sont les effets sur la structure de la neige et les isotopes qu'elle contient. De façon routinière, F. Roth et M. Jaggi emballent le bloc de neige dans le film. Lors d'expériences dans le froid, ce sont parfois les détails qui font toute la différence. Ainsi, des bandes adhésives normales ne sont efficaces que jusqu'à -10 degrés. M. Jaggi se sert donc d'une bande spéciale qui colle aussi dans des conditions antarctiques. Avec F. Roth, il place ensuite le paquet avec prudence dans une boîte spécialement conçue à cet effet.

Après les tests en laboratoire, cette boîte doit aussi être utilisée en Antarctique. La métamorphose de la neige s'y déroule dans des conditions contrôlées car il est possible de réguler la température du couvercle et du fond. M. Jaggi peut ainsi créer dans la boîte un gradient de température entre le haut et le bas. Plus la différence de températures est grande, plus la métamorphose de la neige est rapide. En Antarctique, M. Jaggi veut extraire des blocs de neige d'une zone intacte en les libérant de la masse, puis les placer dans les boîtes à métamorphose. En parallèle, il mesurera tous les jours le gradient de température à l'intérieur du manteau neigeux naturel sur le terrain. Dans les boîtes, il réglerá les températures sur celles du profil de neige polaire – soit environ -45°C en bas et -30°C en haut. Les boîtes seront stockées dans une glacière à -50°C . La seule différence avec les échantillons sur le terrain, c'est que la neige sera emballée dans les boîtes fermées hermétiquement afin d'empêcher tout échange avec l'atmosphère.

La neige antarctique vient à Davos

Entre-temps, M. Jaggi et F. Roth ont presque terminé leur travail et n'en sont pas malheureux. Le froid se fait à nouveau sentir depuis longtemps déjà: M. Jaggi a le nez qui coule et ses lunettes sont embuées. F. Roth a les cheveux et les cils recouverts de givre. Ils rassemblent vite tout le matériel. Les tests et les travaux préparatoires en laboratoire qui ont duré plusieurs semaines sont ainsi presque achevés. M. Jaggi les qualifie de succès: «Il y a de grandes chances que les expériences en Antarctique réussissent elles aussi». Il ne reste désormais plus qu'à expédier les boîtes à métamorphose. Elles arriveront dans le Dome C avant M. Jaggi.

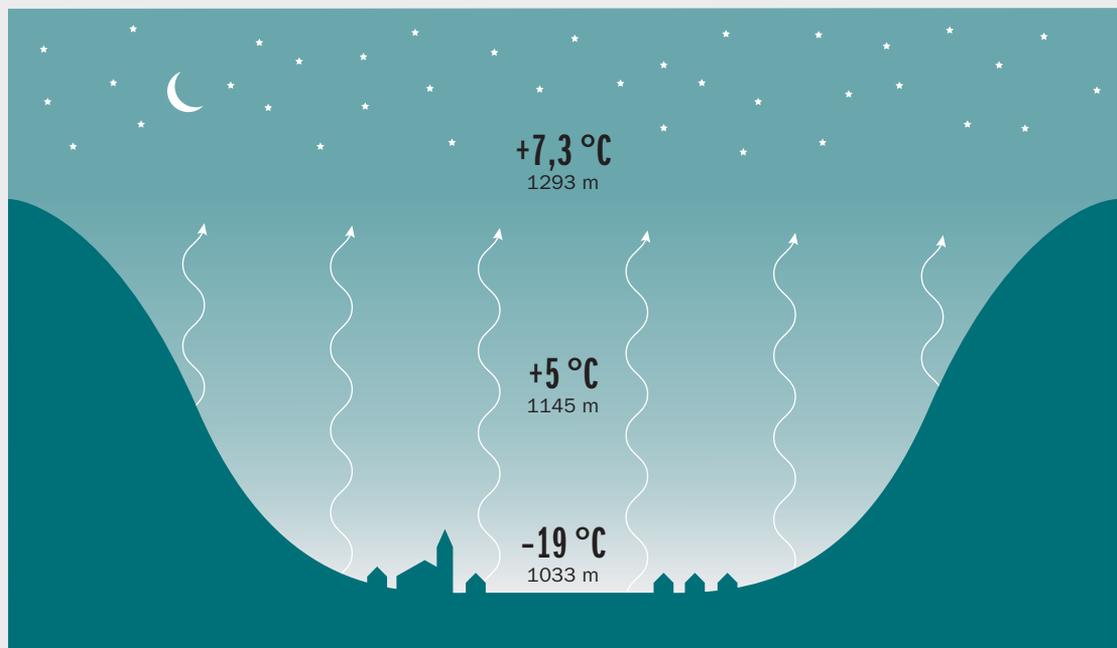
Pour son séjour de trois mois en Antarctique, il ne peut emporter qu'une faible quantité de matériel personnel. Vestes épaisses, gants, surpantalons: tout cela nécessite beaucoup de place. Il ne renoncera pourtant pas à ses chaussures de course, impossible de les laisser. M. Jaggi a déjà réfléchi à ce qu'il ferait encore pendant son temps libre: apprendre le langage de programmation Python.

Une fois l'expédition terminée, les échantillons de neige seront transportés en bateau d'Antarctique en Europe. Une partie sera destinée à Paris où des chercheurs français effectueront les analyses d'isotopes, une autre à Davos. Lorsque M. Jaggi sera de retour, le travail commencera véritablement pour lui. Pour analyser la structure de la neige, il étudiera les échantillons dans le tomodynamomètre. Et ce, là où tout a commencé: dans le laboratoire réfrigéré du SLF.

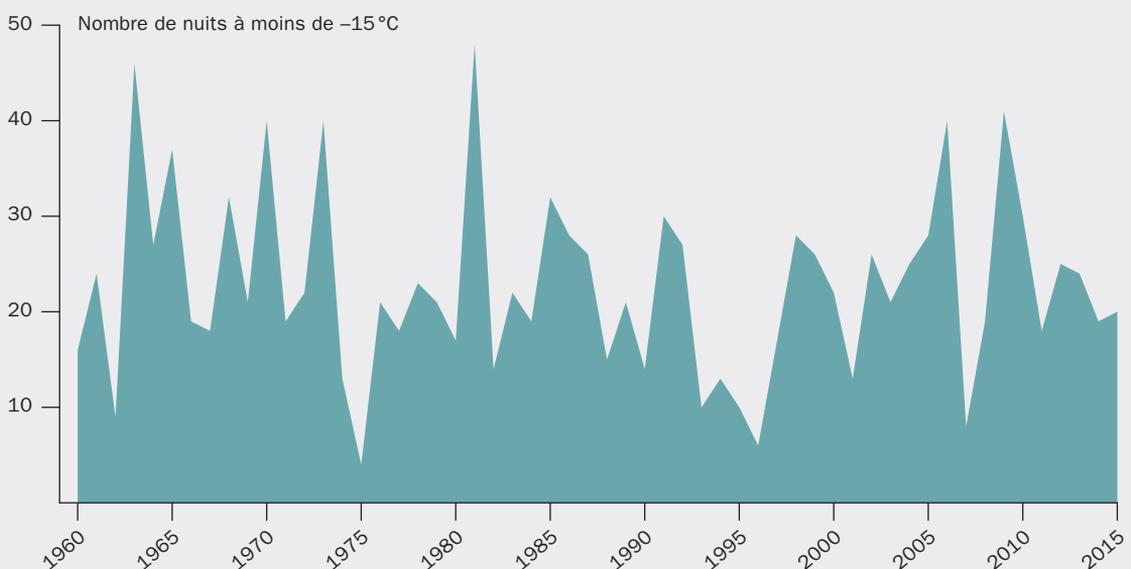
(sni)

INFOGRAPHIQUE La «Sibérie de la Suisse» reste froide malgré le réchauffement climatique

La Brévine dans le Jura est l'endroit le plus froid de Suisse: la nuit du 12 janvier 1987, la valeur record de $-41,8^{\circ}\text{C}$ a été enregistrée. Les nuits étoilées sans vent, le sol dégage de la chaleur vers le haut. En même temps, de l'air froid s'accumule tel un lac dans la vallée fermée. Il fait ainsi plus froid à basse altitude qu'en hauteur. L'hiver 2014/2015, des chercheurs du WSL ont étudié les différences de températures entre la vallée et les collines avoisinantes. La différence maximale atteignait même 26°C .



Malgré le changement climatique, les nuits glaciales sont à La Brévine tout aussi fréquentes que par le passé. Le temps anticyclonique responsable des nuits étoilées est en effet toujours bien présent. Le petit village du Jura reste ainsi fidèle à sa réputation de Sibérie de la Suisse.





L'évolution du volume du glacier permet de définir la quantité d'eau de fonte qui coule dans la vallée, et qui est potentiellement disponible pour la production d'énergie.

À l'aide d'un drone, les chercheurs du WSL prennent des photos aériennes du glacier. Ils les relient ensuite à des données GPS et créent ainsi un modèle 3D de la surface du glacier.



En faisant voler le drone à deux moments différents, les chercheurs peuvent déterminer l'évolution du volume du glacier. Ils analysent à l'heure actuelle le degré de précision de leurs calculs.

Relevé de données dans le glacier de Findelen (VS).

UNE-DEUX Engagement en Arctique. La fonte des glaces en Arctique ne laisse pas non plus la Suisse indifférente. Konrad Steffen, directeur du WSL, et Stefan Flückiger, ambassadeur, débattent des réfugiés climatiques, du Conseil de l'Arctique et de la course aux matières premières.

Malgré la grande distance qui la sépare de l'Arctique, la Suisse y effectue des recherches intensives. Pourquoi?

KS: Il existe de nombreux parallèles entre les régions polaires et les Alpes. La neige, les glaciers et le pergélisol y sont présents de part et d'autre, même si les altitudes et les ordres de grandeur sont différents. C'est dans les Alpes suisses qu'ont débuté les recherches sur ces phénomènes et bien des méthodes et appareils actuels ont été développés en Suisse. Nous pouvons appliquer ces connaissances au domaine de la recherche polaire, notamment pour comprendre ce qu'il advient des masses de glace en Arctique.

Pourquoi est-ce important?

KS: Lorsque les grands glaciers du Groenland fondent en raison du réchauffement climatique, le niveau de la mer augmente. Certes, cela n'a pas d'influence directe sur le territoire suisse, mais cela s'accompagne de répercussions indirectes importantes sur nous. Dans les régions côtières en effet, en Asie particulièrement, de nombreuses mégalofoles d'un million d'habitants se retrouveront sous les eaux et seront de ce fait inhabitables. D'où des flux de réfugiés de grande ampleur, y compris en direction de l'Europe, continent au niveau de vie élevé.

Comment les responsables politiques réagissent-ils à de telles prévisions?

SF: Ils sont aujourd'hui fortement sensibilisés aux répercussions sociétales du changement climatique. Il est évident que les évolutions mondiales concerneront aussi la Suisse. Nous ne pouvons pas nous permettre de les ignorer. Pour y être préparés, nous devons en connaître les tenants et les aboutissants. C'est pourquoi nous avons besoin des connaissances de la recherche. Il incombe à la politique de les prendre le plus possible en compte afin de réduire les risques du changement climatique.

Depuis 2017, la Suisse s'engage en tant que membre observateur dans le Conseil de l'Arctique, un organe des États riverains de l'Océan arctique. Quelles sont les raisons de cet engagement?

SF: L'Arctique ne cesse de gagner en importance politique. La fonte de la banquise ouvre tout à coup des voies maritimes qui raccourcissent d'un tiers les distances parcourues entre l'Asie et l'Europe. D'immenses gisements de pétrole et de minéraux, ainsi que de nouveaux fonds de pêche de l'Océan arctique, deviennent accessibles. Il faut désormais dire clairement à qui appartiennent ces ressources et qui a le



Stefan Flückiger dirige la Division Politiques extérieures sectorielles du DFAE et représente la Suisse pour les thématiques polaires.



Konrad Steffen est Directeur du WSL. Il effectue des recherches en Arctique et en Antarctique depuis 40 ans, et y étudie les répercussions du changement climatique.



Le Swiss Camp au Groenland: les chercheurs y passent plusieurs semaines chaque année afin d'étudier les répercussions du changement climatique sur les masses de glace de l'Arctique.

droit de les utiliser. Même des pays éloignés du pôle Nord font part de leur intérêt. Depuis 2013 déjà, la Chine, le Japon, l'Inde et Singapour ont le statut d'observateur dans le Conseil de l'Arctique qui débat de l'utilisation de l'Arctique. Le Conseil fédéral a reconnu que la Suisse ne pouvait pas se permettre de rester insensible à cette évolution, et il a posé sa candidature en 2014 pour devenir membre du Conseil de l'Arctique.

Stefan Flückiger et Koni Steffen, vous avez dirigé la campagne de candidature ensemble. Comment avez-vous vécu cette collaboration?

SF: Il s'agit pour ma part d'un exemple idéal illustrant la façon dont recherche et politique peuvent aller de pair. Lors de ce projet, nous avons vraiment eu besoin du sou-

tien de la recherche. Les nombreux contacts internationaux noués par Koni pendant toutes ses années de travail se sont avérés très précieux. L'excellente réputation dont bénéficie la recherche polaire suisse au niveau international a aussi été déterminante pour le succès. Ce rayonnement est primordial pour la politique suisse.

KS: J'ai quant à moi été heureux de voir que la politique s'intéressait aux résultats de notre travail. Cela montre qu'ils sont pertinents pour la société.

Quel est l'avantage d'être membre du Conseil de l'Arctique?

KS: En tant que chercheurs, nous nous engageons depuis des années déjà dans différents groupes de travail du Conseil de l'Arctique, dont les activités sont à fort carac-

«Les responsables politiques sont aujourd'hui fortement sensibilisés aux répercussions sociétales du changement climatique.»

tère scientifique. La nouveauté, c'est que nous bénéficions désormais du soutien de la politique. Cela augmente la visibilité de nos travaux scientifiques.

SF: Pour la Suisse, le statut d'observateur représente une grande reconnaissance. La Grèce, la Turquie et l'UE ont postulé en même temps que nous pour l'obtenir – et ont essuyé un refus. La Suisse a été acceptée parce qu'elle n'émet aucune revendication territoriale en Arctique et qu'elle est considérée comme un partenaire international fiable. Et aussi parce que nous avons convaincu les membres du Conseil de l'Arctique de la qualité de notre recherche arctique suisse.

KS: Il est aussi important selon moi que la Suisse, en tant que pays neutre, puisse assumer le rôle d'intermédiaire lorsqu'il s'agit de trouver un juste équilibre entre les intérêts des différents pays.

Mais cette candidature n'a certainement pas été complètement désintéressée. Quels intérêts économiques poursuit la Suisse?

SF: L'un des principaux mandats de la politique étrangère suisse consiste à soutenir la place économique suisse. Le statut d'observateur dans le Conseil de l'Arctique y contribue. À l'échelle mondiale, la Suisse est l'un des principaux sites pour les entreprises de matières premières. Nous soutiendrons ces entreprises si elles veulent à l'avenir être actives en Arctique. Nous connaissons bien sûr le débat international autour de la politique des matières premières. C'est justement pour cette raison que la politique va d'emblée rechercher la discussion avec les entreprises, et jouer un rôle régulateur en termes de durabilité.

Quelle forme cela prendra-t-il? Seul l'avenir nous le dira.

Quel doit être le degré de protection de l'Arctique?

KS: Une protection complète à l'image de l'Antarctique n'est pas possible à mon avis. En effet, la Norvège, le Danemark, la Russie, les États-Unis et le Canada détiennent et utilisent déjà des parties du nord de l'Océan arctique. On ne peut pas empêcher d'autres pays de vouloir désormais profiter des endroits où la glace se dégèle. Le recours aux nouvelles voies maritimes aurait même des avantages: les distances étant nettement plus courtes, du carburant peut être épargné, ce qui est bénéfique pour le climat. Il est toutefois important de veiller à une utilisation durable de l'Arctique.

SF: C'est aussi important de mon point de vue. Et je ne crois pas qu'il s'agisse de vaines promesses. La conscience environnementale est devenue partout très élevée. C'était différent jadis, comme le montrent les côtes russes fortement polluées, tombées dans l'oubli après l'effondrement de l'Union soviétique. L'intérêt nouvellement porté à l'Arctique peut être une chance de corriger les erreurs du passé et de mieux faire à l'avenir. *(cho)*

Pour de plus amples informations sur la recherche concernant la neige éternelle: www.wsl.ch/glace

PHYSIQUE DE LA NEIGE **Recherche froide sur un matériau «brûlant».** La neige est un matériau étrange. Du point de vue de la physique, elle n'est pas du tout froide, mais brûlante. Sa capacité de transformation tient en haleine les spécialistes en physique de la neige et les chercheurs en avalanches, les développeurs de technologie du ski et les fabricants de pneus.

Tout commence avec un grain de poussière – un germe de condensation – dans un nuage. De la vapeur d'eau s'y fixe et gèle pour devenir un cristal de neige. Si plusieurs de ces cristaux s'assemblent, un flocon de neige est né: une structure en étoile composée d'environ 100 trillions de molécules d'eau qui tourbillonne vers le sol et atterrit sur d'autres cristaux de neige.

Ce qui ressemble à une moelleuse couverture recouvrant le paisible paysage hivernal est, selon les dernières connaissances de la recherche sur la neige, un élément extrêmement évolutif: à peine atterri, notre flocon de neige commence sa métamorphose. «La neige se comporte différemment de la plupart des autres matériaux, cela rend son étude passionnante», explique Martin



Comportement des plus étranges: la neige peut ramper comme une pâte à gâteau visqueuse.

Schneebeli. Le chef du groupe de recherche Physique de la neige au SLF examine depuis des décennies la capacité de transformation de la neige en laboratoire, où il est possible d'explorer séparément les facteurs d'influence tels que la température, la pression ou le frottement.

Un matériau «brûlant»

Loin du point de fusion – par exemple à -100°C –, la neige évolue peu. Mais plus sa température se rapproche du point de fusion, plus les molécules des cristaux de neige se mettent à bouger. Comme la neige sur terre n'est jamais éloignée de son point de fusion à 0°C , elle est du point de vue de la physique un matériau «brûlant». «Cela a d'immenses répercussions sur le comportement des matériaux», souligne M. Schneebeli.

Une fois le cœur du flocon formé, de nouveaux cristaux de glace s'ajoutent au fur et à mesure à la structure – c'est le phénomène du frittage. Des ponts de glace se forment alors, qui lient fortement entre eux les grains de la couche de neige. C'est ainsi que la neige fraîche poudreuse devient de la vieille neige stable. Sans ce processus de frittage, la préparation des pistes de ski serait par exemple impossible faute de surface dure et adhérente. Ce processus fonctionne le mieux en présence de petites particules de neige d'où peut s'échapper une grande quantité de vapeur d'eau, explique Hansueli Rhyner, chef du groupe de recherche du SLF Sports de neige. Ce qui est le cas pour la neige artificielle – les spécialistes parlent de neige technique. Elle convient ainsi mieux à l'aménagement des pistes que la neige naturelle.

Une autre particularité physique de la neige est sa pression de vapeur relativement élevée. Cela signifie que les molécules d'eau passent directement de l'état solide à l'état gazeux. Aux endroits plus froids, les molécules vaporisées se fixent à nouveau sur les autres cristaux de glace. De nouvelles structures de cristaux peuvent alors se créer, par exemple des structures en gobelets, appe-

Pour en savoir plus sur le matériau qu'est la neige: www.slf.ch/materiau-neige

Et sur la métamorphose de la neige: www.slf.ch/metamorphose-neige



Le SnowMicroPen permet aux chercheurs d'obtenir des mesures précises et rapides de la stratification du manteau neigeux.

Photo: Jürg Schweizer, SLF

lées givre de profondeur. Celui-ci forme des couches fragiles, redoutées dans le manteau neigeux, qui favorisent la formation d'avalanches.

La neige rend ingénieux

La connaissance des couches fragiles est décisive pour évaluer le risque de départ d'avalanche. Les profils de neige y contribuent. Ils sont établis par des mesures manuelles une fois que l'on a creusé la neige, armé d'une pelle, à la sueur de son front. Cette méthode conserve son importance pour les tests de stabilité. L'examen de l'intérieur du manteau neigeux est toutefois beaucoup plus rapide et beaucoup plus précis aujourd'hui grâce au SnowMicroPen développé au SLF (micro-pénétrromètre nivologique).

La sonde portative est placée à la surface de la neige. La pointe pénètre dans la neige, entraînée par un moteur, et mesure tous les quatre micromètres la force alors requise. Chaque couche – qu'il s'agisse d'une mince couche de glace, de givre de profondeur ou de neige fraîche – émet un signal propre de résistance à la pression. Il est ainsi également possible de mesurer, sur de grandes surfaces, les propriétés de la couche fragile qui ne présente souvent que quelques millimètres d'épaisseur. L'appareil est entre-temps devenu un standard de l'évaluation du manteau neigeux, selon M. Schneebeli.

Les nivologues ont emprunté une autre technologie à la médecine: la microtomodensitométrie (microCT), qui permet d'étudier les tissus sans les dégrader. Grâce à un appareil spécialement adapté à la neige dans le laboratoire réfrigéré du SLF, ils peuvent aujourd'hui observer la transformation des échantillons de neige «en direct» sur de longues périodes, et déterminer de façon exacte la disposition spatiale de la glace et de l'air à l'intérieur de la neige. Ces données permettent notamment de contrôler la précision des modèles du manteau neigeux.

Plus il fait froid, plus les frottements sont nombreux

Dès que la neige intervient, sa capacité de transformation met la technique à l'épreuve. Les pneus d'hiver doivent par exemple adhérer le mieux possible à la neige en présence de différentes températures et de divers degrés de rigidité. Les chercheurs du SLF ont spécialement développé une machine qui leur permet d'étudier précisément les frottements du caoutchouc sur la neige de tous types. Les données ainsi obtenues aident ensuite les fabricants de pneus à développer des pneus d'hiver de meilleure qualité.

La pratique du ski dépend aussi de l'humeur de la neige. Si celle-ci est trop chaude, une piste racée de Carving se transforme en gelée pâteuse vaste et dure. Si elle est trop froide, elle ralentit: «Plus la neige est froide, plus les frottements sont nombreux», explique Hansueli Rhyner. Pour skier, une température de la neige comprise entre -3 et -5 °C est optimale, le film d'eau sur lequel glisse le ski est alors idéal.

Notre flocon de neige s'est ainsi à nouveau transformé en eau sous le ski. La proximité permanente de la neige «brûlante» avec son point de fusion met les nivologues à l'épreuve – et les fascine. Petit à petit, ils percent les mystères de cette substance naturelle changeante, ce qui profite finalement à la protection contre les avalanches, à la recherche climatique ainsi qu'à l'industrie automobile et à l'industrie des sports de neige. *(bki)*

RAPPORT **Les plantes adaptées au froid réagissent aux changements climatiques.** Les plantes des montagnes et de la toundra sont particulièrement touchées par le réchauffement climatique. Des chercheurs du WSL étudient comment cette végétation se modifie.

Des températures inférieures à zéro degré, une bise glaciale, de la neige – pour les plantes, ce n’est pas facile de braver ces conditions. Contrairement à de nombreuses espèces animales, elles ne peuvent en hiver ni fuir, ni rechercher un abri. Seules celles qui sont bien adaptées au froid et résistantes au gel peuvent survivre aux climats les plus extrêmes.

Les températures déterminent ainsi fortement les lieux où s’établissent les différentes espèces végétales, leurs possibilités de croissance et d’extension. Or avec le changement climatique global, les températures ne cessent d’augmenter. Quel en est l’impact sur la composition des espèces de plantes dans les régions de montagne où le réchauffement est deux fois supérieur à la moyenne? Quelles sont les réactions des plantes cultivées ou des arbres forestiers de nos latitudes à des températures plus élevées?

Plus de dégâts dus au gel malgré le changement climatique

Avec le soutien de l’OFEV, le groupe formé autour de Yann Vitasse et de Martine Rebetez au WSL et à l’Université de Neuchâtel cherche à savoir si les gelées tardives, et de ce fait le risque de dégâts dus au gel, diminuaient en Suisse parallèlement à l’augmentation générale des températures. Ils ont pour ce faire analysé, en collaboration avec Christian Rixen du SLF et Danilo Christen de l’Agroscope de Conthey, des données pluriannuelles de stations météorolo-



Relevé de végétation dans l’un des espaces chauffés du Val Bercla (GR).



Seules les espèces bien adaptées au froid comme la Renoncule alpestre peuvent survivre en montagne.

giques automatiques. L'équipe de chercheurs a de surcroît évalué des milliers d'observations fournies par des bénévoles sur l'apparition des feuilles et la floraison du hêtre, de l'épicéa, ainsi que du pommier et du cerisier. Les résultats ont été surprenants: alors qu'au printemps, la reprise de la végétation est partout de plus en plus précoce, en altitude le dernier gel tardif n'évolue pas aussi rapidement. Ainsi, au-dessus de 800 m, alors que ce n'est pas le cas au-dessous de cette limite, les jeunes feuilles ou les jeunes fleurs risquent de plus en plus d'être exposées aux épisodes de gel printanier. À long terme, les essences observées souffriront probablement plus souvent qu'aujourd'hui du gel tardif à haute altitude. Ces résultats démontrent aussi qu'il n'est actuellement pas forcément pertinent de favoriser les arbres fruitiers ou les arbres forestiers mieux adaptés à un climat estival toujours plus chaud. En effet, comme leur croissance débute souvent plus tôt dans l'année, ils sont particulièrement menacés par les gelées.

Davantage de plantes en altitude

Dans un autre projet, le SLF recherche les impacts du réchauffement climatique sur la composition des plantes au sommet des montagnes. En collaboration avec des chercheurs issus de l'Europe entière, Christian Rixen et Sonja Wipf ont cartographié la végétation sur différents sommets des Alpes, des Pyrénées, des Carpates, ainsi que d'Écosse et de Scandinavie. Ils ont ensuite comparé leurs données aux relevés effectués précédemment sur le même site, parfois jusqu'à cent ans plus tôt. Les résultats ont non seulement montré que le nombre d'espèces sur les sommets de montagne avait augmenté partout en Europe, mais encore que cet accroissement était de plus en plus rapide, en lien avec l'accélération de la hausse des températures.

Pour de plus amples informations sur la flore d'altitude:
www.slf.ch/flore_altitude

Plus il fait doux, plus les espèces des prairies de faible altitude peuvent étendre leur aire de répartition vers le haut. Autre effet du réchauffement: la présence accrue de nombreuses espèces végétales qui poussaient déjà sur les sommets auparavant. Mais tout le monde ne sort pas gagnant: certaines spécialistes de haute montagne ont perdu du terrain, ou même disparu totalement. C. Rixen avertit: «Il se pourrait qu'à long terme, des espèces plus concurrentielles de basse altitude chassent complètement les spécialistes à haute altitude.»

Les périodes de floraison se rapprochent de plus en plus

Au SLF, ces modifications de la végétation alpine, liées au climat, ne sont pas seulement observées sur la base de relevés de végétation naturelle. Depuis 2009, Christian Rixen et ses collègues du Val Bercla, dans les Grisons, gèrent une station de recherche ITEX sur la toundra. Dans le cadre de ce vaste projet international, des chercheurs mènent, dans plus de 40 sites, des expériences à long terme sur des habitats arctiques, antarctiques ou alpins. En augmentant artificiellement la température de certaines placettes à l'aide de panneaux translucides placés sur les côtés, ils étudient sur la végétation les répercussions de cette augmentation des températures.

Christian Rixen et son équipe ne sont pas seulement responsables de leur propre station, ils participent aussi à l'exploitation des données ITEX au niveau mondial. Dans la publication la plus récente, ils ont analysé, dans 18 stations, des données pluriannuelles de près de 50 plantes typiques de la toundra, de l'Alaska jusqu'aux Îles Féroé, en passant par l'archipel de Svalbard. Ces stations présentent des températures estivales moyennes allant de 2,8 °C à 11,9 °C, ce qui équivaut à un large gradient thermique. Pour l'ensemble de ces placettes, les chercheurs ont entre autres étudié le moment de l'année correspondant à l'apparition des feuilles, à la floraison et à la chute des feuilles. Il s'est avéré que toutes les espèces examinées des stations les plus froides réagissaient plus fortement que celles des stations les plus chaudes à l'élévation des températures estivales. Feuilles et fleurs apparaissaient beaucoup plus en avance dans les régions du nord que dans celles du sud. «Nous pensons que les dates de floraison des espèces du nord se rapprocheront de plus en plus de celles du sud», conclut Christian Rixen. Et si les stations ne sont pas trop éloignées les unes des autres, les insectes ou le vent pourront transporter le pollen des fleurs du sud jusqu'à celles du nord, et vice-versa, et de ce fait renforcer l'échange génétique entre les régions.

À l'image de l'étude sur la flore d'altitude, ces résultats démontrent que la végétation des régions froides s'est déjà modifiée avec le réchauffement climatique – et qu'elle continuera de le faire, même si certaines inconnues demeurent quant à l'évolution de la biodiversité. *(chu)*

Pour en savoir plus sur le projet ITEX (en allemand): www.slf.ch/itex

Christian Ginzler,
Birmensdorf

«Aux alentours de notre maison à Uerzlikon, j'apprécie le calme et la sérénité. Cela sent la terre, et depuis mon hamac, j'entends paître les vaches. Ici, je peux parfaitement décompresser.»



UNE VUE PLONGEANTE

Combien y a-t-il d'amphibiens dans les zones de forêt, de marais ou de plans d'eau de reproduction des batraciens? Comment ces habitats évoluent-ils? Pour de grands sites, une vue plongeante fournira la meilleure réponse à de telles questions. Depuis un avion ou des satellites, des

caméras ou des capteurs spéciaux enregistrent des informations sur la surface terrestre. Le groupe Télédétection de Christian Ginzler exploite ces données. «La télédétection nous permet de voir certains éléments inaccessibles à l'œil humain.»

FOREST Taking a look at the metabolism of trees: What happens under drought stress?



On the same eye level as the tree-tops: To enclose the tree, the researchers use metal scaffolding 12 metres high.

“Let’s go!” Via radio Arthur Gessler gives the go-ahead for an experiment that, to date, is still unique. He slowly opens the control valve of a gas cylinder. Gas flows through tubes into the plastic enclosure around a Scots pine. For three hours the tree, which is packed airtight from top to bottom, is forced to absorb the gas and incorporate it into its metabolism. The gas is CO₂ marked with a stable ¹³C isotope.

After the three hours, Arthur stops the inflow and the tree is unpacked again. Now the first measurements start. “We can keep track of when the marked CO₂ reaches the tree’s leaves, stem and roots during respiration,” says Arthur. He is an ecophysiologicalist at WSL and is in

charge of the large-scale experiment, which has researchers participating from Switzerland, Germany, Finland and China.

The experiment is taking place at the end of August 2017 in the Pfynwald near Leuk (Canton Valais), where it is hot and dry, and where many pines have died. The researchers suspect the mortality is due to a combination of heat, drought, pests and tree diseases. In order to understand the processes in detail, they are investigating the metabolism of the trees.

Tracking the sugar

The experiment will show whether the trees suffering under drought stress produce enough sugar in their

needles and whether the transport of the sugar to their stem and roots, as well as further into the soil, still functions. During a dry period, the trees close the microscopically small stomata in their leaves and needles to minimise the loss of water to the atmosphere. This leads, however, to the tree taking up less CO₂, which means it can form less of the sugar that is produced from CO₂ through photosynthesis. To have a basis for comparison, the researchers are performing the same experiment with some of the 500 pine trees that WSL has been irrigating in the Pfynwald since 2003 to investigate the effects of drought and irrigation on pine forests.

Using portable laser spectrometers, the researchers can determine directly on site the moment in time when the marked carbon reaches different parts of the tree. The analyses of the plant material in the lab will show what happens to the sugar formed. Normally, some of it is used to create defence compounds like resin. If not enough sugar is available, the tree will lack these substances and will be more susceptible to pests such as bark beetles. This could explain why the trees die during drought. Since 2017, it has been possible to carry out analyses in a well-equipped isotope laboratory in Birmensdorf with the four mass spectrometers that WSL was able to take over from the Paul Scherrer Institute (PSI).

Everything is linked

In this experiment, the researchers also want to investigate whether the tree passes on the sugar it produces to, for example, seedlings, which are particularly vulnerable to drought. The roots of the forest trees are linked via a network of fungal hyphae that

can transport various compounds. Soil specialists analyse how far the sugar produced from marked CO₂ is distributed in the soil via such hyphae and whether it also reaches the soil microbes.

Arthur Gessler is satisfied with the day in the field as he and his team were able to collect the samples they required. The evaluation of the data will now take some time, but afterwards the researchers will understand better why the pines in Pfynwald are dying. This will provide an important basis for estimating how the forests will develop in a warmer and drier future. *(lbo)*

www.wsl.ch/pfynwald-en



This is where the marked CO₂ respired by the enclosed tree collects.

FOREST WSL surveys show: Recreational forest conflicts successfully resolved



The separate bike trail on the Üetliberg enables bikers and hikers to share the Forest safely.

More and more people live in peri-urban areas. This has led to greater pressure from recreation-seekers on the forests close to the city. Conflicts sometimes develop among different groups of visitors, as happened in the Üetliberg Forest, where until 2005 hikers and mountain bikers were increasingly getting in each other's way.

As a measure to deal with the conflict, the City of Zürich 2005 built a bike trail to keep the bikers on a separate route. WSL carried out surveys on the Üetliberg before and after it was constructed. The results show that the trail helped to defuse the conflicts between the hikers and the bikers. This was confirmed by the third survey WSL carried out in 2017: Visitors' satisfaction with the time they spent in the Forest was even greater than eleven years previously. In particular, being disturbed by bikers was mentioned less frequently even though more of them

were using the Forest. The measures taken also continued to be viewed positively. Only the ban on transporting bikes on the Üetliberg Railway was rated significantly worse than in 2006. The bikers moreover said that sometimes too many of them were using the trail, and the advanced bikers wanted more challenging trails. The downhill bikers could not, however, be interviewed because the bike-transport ban has led to them no longer using the Üetliberg much. The overall satisfaction of the visitors with the situation on the Üetliberg could also be connected with the lack of responses from downhill bikers. Nevertheless, WSL's evaluation has shown that the measures taken have been successful. (rlä)

LANDSCAPE Dimmable LED street-lamps help hard-pressed night-lovers

Artificial light sources can be deadly traps for insects that are active at night: They circle round the lamps until they die of exhaustion. Can reducing the duration or the brightness of the street lighting help to keep down the losses? How does this influence insect-hunting bats? WSL biologists working with Janine Bolliger tested this with the help of the EKZ (Elektrizitätswerk des Kantons Zürich EKZ), Canton Zürich's municipal electricity utility, who installed sensor-controlled LED street lighting in Urdorf und Regensdorf. When no cars are driving past, the lamps automatically dim their light by about two thirds.

Less light means fewer victims

During the pilot phase in the summer of 2017, the lighting system was set to alternate at weekly intervals between dimmed and full lighting. Traps were mounted on the LED lamps to catch flying insects while a recording device registered bat calls. Early each morning a WSL staff member collected the insects.

It was the weather – in particular the temperature and precipitation – that was found to largely determine the number of 'night lovers'. But dimming the lighting also had an effect: the number of trapped insects and bat calls dropped to half those with full lighting. Bugs, moths and hymenopterae are especially sensitive to light at night, whereas flies, mosquitoes and beetles are less affected. For bats, usually only the most common species benefited from the well-laden table around the lamps,

while more sensitive species did not venture into the light. Janine's conclusion: "Dimming street lamps and leaving them on for shorter periods of time can help to make well-lit streets less harmful for creatures active at night." *(bki)*



Insect trap mounted on an automatically dimmable LED street lamp.

LANDSCAPE Strategic spatial planning as the key to guiding the development of urban areas in Europe?

The numerous urban areas in Europe have, despite all their differences, one thing in common: They are all becoming larger. This apparently unstoppable process is mostly at the cost of natural and semi-natural landscapes. As a consequence, new residential areas are replacing fields and meadows; and new motor-



Copenhagen is developing its centre with contemporary-style buildings.

ways, airports and industrial plants are dissecting the habitats of rare plant and animal species, as well as recreational landscapes.

How far is it possible to steer these developments in a positive direction? This is what researchers have been investigating in the research project CONCUR, which was started in the year 2016 and which is financed by the Swiss National Sci-

ence Foundation through its funding line ‘Consolidator Grants’. WSL’s landscape researcher, Anna Hersperger, and her international team want to find out how strategic spatial planning is changing Europe’s urban regions. Even though planning is taking place everywhere at local, regional and national levels, we still know little about how strategic spatial planning really affects the spread of residential areas and transport infrastructure. The results of this large project should shed light on the jungle of steering options for urban development in Europe.

The WSL team has investigated during the past two years strategic spatial plans and planning processes in 21 regions between Barcelona and Stockholm and between Vienna and Edinburgh. The researchers interviewed more than one hundred specialists in strategic spatial planning across Europe from research and practice. At the moment, the project team is analysing how the different urban regions approach strategic spatial planning and how well the administrations in particular regions are in a position to implement the plans. On the basis of this comparison, the researchers are developing a generalised understanding about which actors and processes in administration and politics shape strategic spatial planning. In the second half of the five-year project period, the researchers will introduce strategic spatial planning as a factor into a land-use model that takes into account all forms of built, managed and natural uses. Up until now, planning activity has rarely been includ-

ed in the large-scale modelling of land use, which is so important, for example, for improving worldwide climate models. The researchers will then test the model extensively in three case studies: In the Zurich region, where the political and planning context is similar to that in the 21 regions studied; in a post-communist context, namely, the urban region of Bucharest; and in a US-American context in Austin (Texas). These last two case studies should give clues about the extent to which the model, and specifically the operationalization of strategic spatial planning, can be applied worldwide.

Politics and the administration – or investors

The results of the research project to date indicate, for example, that strategic spatial planning in urban regions is approached differently: In northern and central European cultures, politics and the administration generally develop overall guidelines for a large region together with private actors. In Anglo-Saxon countries, however, it is the investors who have considerable negotiating power in implementing, for example, new housing projects. Where large strategic urban projects, such as a new harbour city or a new housing area, are setting the course of development, new questions arise: How compatible are such projects with the implementation of the overall guidelines? And are large regions with several smaller centres really better suited for sustainable landscape development than mega-centres such as London, Madrid or Paris?

With the basic knowledge arising from the research project about the effects of strategic spatial plan-



Strategic development zone in Dublin's harbour city, marked with a red border.

ning in urban regions, large-scale land-use models can be improved. They can then provide a useful basis for deciding on planning. *(rlä)*

BIODIVERSITY How farmers can be encouraged to use nature conservation measures voluntarily



Tree groups in the midst of arable land can help protect soil, water and biodiversity.

Researchers at WSL asked farmers what motivated them to plant trees on their land, for example, to help protect biodiversity, water or soil. The survey is part of the international project BASIL (Balancing Agroecosystem Services In Landscapes), which is investigating what agricultural and environmental policy measures can promote sustainable agriculture.

The initial results of the survey of around 200 farmers in Germany, Spain and Switzerland indicate that: Money does increase their willingness to plant trees, but the respondents in all three countries tend to view additional nature conservation programs critically. The farmers were most likely to plant trees to protect their own soil and less readily for the sake of biodiversity, at least in Spain and Switzerland. If colleagues, however, recommended

planting trees, the respondents were more willing to implement the same measure. Scientific recommendations were mostly poorly received, and in Switzerland tended to be even counterproductive.

If voluntary nature conservation in arable land is to be promoted, then care should be taken to emphasise the added value for farmers. In addition, it is worth trying to motivate them to exchange among themselves and to learn from each other. In order for research to receive more attention from practising farmers, recommendations should be embedded within more comprehensive consulting activities. *(chu)*

www.wsl.ch/basil-en

BIODIVERSITY Professional journal, Internet or discussion: How professionals in nature conservation keep informed

Environmental research is continually producing new findings. These are often relevant for professional nature conservationists, among other people. To see how they obtain this information, WSL carried out an online survey to which more than 350 professionals from all areas of nature conservation across Switzerland responded. The conclusion was that these conservationists use many different sources of information in their work. For most of them, their own experience or discussions with

colleagues and experts are more important than reading articles in professional journals and fact sheets from research. This means that researchers should spend more time discussing their work directly with professionals in nature conservation. The report on the survey is available in German as a PDF on WSL's website. *(lbo)*

www.wsl.ch/berichte

BIODIVERSITY Microcosm in the fork of a branch

A tree cavity is much more than just a hollow in a branch fork or tree stem: It is its own small cosmos, periodically filled with water, which is inhabited by leaf-decomposers like insect larvae, worms and microorganisms. Birds, small mammals and insects hunt them and use the cavities as a water source. The WSL entomologist, Martin Gossner, has been investigating these small ecosystems as they are good indicators of environmental changes. Studies in Germany, for example, have shown that intensive forest management reduces the species diversity in the cavities as fewer habitats and less food is available. To obtain standardised information, Martin and his team created artificial tree cavities using plastic buckets securely attached to the tree stems. Their initial results indicate that this model system allows them to test how changes in the spatial distribution, variety and condition of the cavities affect the species communi-

ties and the processes associated with them, such as the decomposition of plant material. *(bki)*



Trees cavities filled with water are small ecosystems that respond quickly to changes in the environment.

Mercury in the soil: How bacteria and fungi cope with the contamination

Between 1930 and 1970, the chemical plant Lonza in Visp (Canton Valais) released mercury into the Grossgrund Canal via its waste water. Some of the poisonous metal accumulated in the sediment, but was not for a long time identified as a problem. Up until the 1990s, the Canton and Municipality merely dredged the Canal periodically to keep it flowing. The excavated material was used as fertilizer or filling material for the nearby fields and gardens. It was not until 2010, during preparatory work for the construction of the A9 motorway, that the soil contamination was, by chance, discovered.

Adapt and remove

Nobody has, up until now, investigated how long-term mercury contamination affects soil organisms. The microbiologist Aline Frossard and her colleagues therefore analysed soil samples from around the Grossgrund Canal. The activity and growth rates of the microorganisms in the contaminated soil were more-or-less the same as those in the uncontaminated soil – which indicates that the mercury probably did not influence the soil quality. The species diversity of the microorganisms also did not differ. What did, however, change was the composition of the bacterial and fungal communities.

These results came as no surprise to Aline: “For one thing, microorganisms adapt quickly to changes in environmental conditions. If one species, for example, disappears because the level of mercury is too high, another will take over its place and function. Moreover, microorganisms in

the soil can transform toxic mercury into a non-poisonous form and thus adapt to the inhospitable conditions.” In a further experiment Aline was able to show that the soil texture influenced how the mercury affected the soil organisms. The amount of biologically available mercury was, for example, less high in limy soils than in other soils.

The contamination of the Grossgrund Canal and nearby soils had, apparently, no effect on human health, as a University of Zurich study already found in 2016. The contaminated soil is now being gradually removed and cleaned up. When peace and quiet finally return to the region, the locals will be happy. *(lbo)*

Benjamin Fischler, Davos

“After work I often get on my bike and ride from Klosters up to Casanna Alp. The incline is comfortable, although there’s a tough stretch just below the Alp. But each drop of sweat is worth it: The view across Prättigau to the Silvretta Glacier is fantastic!”



TINKERING FOR SCIENCE

Benjamin Fischler is a multi-skilled mechanic and vocational trainer, who produces all kinds of technical devices to help researchers at WSL. With the Instrumented Field Sites Team, for example, he built the shear apparatus for snow.

Researchers use it to carry out load experiments to find out more about when and how cracks form in snow. “Working in the workshop or out in the field is great fun. I also really like training the apprentices and doing such varied work.”



These test installations above Siglufjörður were used to find out which types of structure are suitable for Icelandic conditions. The snow in the foreground is more than 8 metres deep.

Northern Iceland in winter: The raging storms bring large quantities of snow. The wind blows clear exposed ridges, but fills depressions and gullies with several metres of often wet snow. Large cornices form along the edges of the table mountains. Small fishing villages nestle directly at the foot of the massive steep slopes.

In 1995, 34 people lost their lives in avalanches in two of the villages, Súðavík and Flateyri. Unlike with earlier catastrophes, the Icelanders no longer considered it to be unavoidable, and in Reykjavik there were even demonstrations. The Icelandic government thereupon decided to have protection needs throughout the country analysed. The avalanche protection expert, Stefan Margreth from SLF, was involved in

drawing up the report. “The result is a kind of master plan that indicates the necessary measures to be taken over the next 20–30 years,” Stefan explains. Since then he has visited Iceland almost every year. After the master plan came the realisation of the protection projects. Here Stefan’s expertise in planning supporting structures was particularly in demand as they were then new to Iceland. Stefan and his Icelandic colleagues used a test site above Siglufjörður to investigate whether the supporting structures that are best practice in the Alps also function in Iceland. They found that these structures are also suitable for Iceland, but unlike in Switzerland, much more attention must be paid to, for example, providing protec-

tion against corrosion in the salty air close to the sea.

Iceland is learning from Switzerland – and vice versa

Siglufjörður is now protected by a series of structures, whose total length amounts to more than four kilometres, as well as a large diversion dam and several catching dams. “Involving the locals early on and employing landscape architects helped to ensure these large constructions would be well accepted,” Stefan Margreth concludes. “What was most exciting was that we could build up the whole protection system from scratch.” This is rarely the case in the Alps today. “The resulting experience has been very valuable for checking our calculations and designs,” says Stefan.

It’s not only in Iceland, but also in seemingly more exotic countries like Chile, Russia or Iran that experts from SLF are advising and supporting those locally responsible in avalanche protection. Even though the challenges may be very different, SLF also always benefits from the new experiences. What is different about the work in Iceland? Stefan Margreth: “In Iceland, what you suggest and plan is really implemented, which is very satisfying!” This is certainly also satisfying for Siglufjörður’s inhabitants, who can now sleep quietly through even the worst winter storms.

(bio)

NATURAL HAZARDS

Repairing the scales for debris flows

The Illgraben is unpredictable. In this mountain streambed above Leuk (Canton Valais), several debris flows, containing a destructive mixture of water, mud and rocks, thunder down into the valley each year. WSL has installed a series of measuring instruments here, including a set of scales, a so-called force plate, which was built into the streambed in 2003. The aim is to use the collected data to understand the dynamics and flow behaviour of the debris flows better. By the time the scales were ripped out of their foundations and completely destroyed on 22 July 2016, they had weighed over fifty debris flows, each with an average weight of about 46 000 tons. On that day, the culprits, three enormous boulders weighing between twenty and thirty tons, were swept down into the valley in a debris flow. Thanks to a major invest-



A debris flow swept away the three-ton set of scales in the Illgraben, depositing it in the Rhone river. In the photo you can see the large boulders that caused the destruction.

ment of WSL, the scales can now be restored and optimized during the winter of 2018/19. At the same time, other measuring instruments will also be upgraded.

(lbo)

www.wsl.ch/illgraben-en

Snow in East Antarctica: How much turns to ice?



Even though the snow density data is recorded automatically, measurements by hand are still necessary – in often hostile conditions – to calibrate the instruments.

Climate change is causing glaciers worldwide to melt. Worldwide? Not in East Antarctica – an area larger than the whole of Australia – where ice stocks are growing. “There’s more precipitation than there used to be. As it is still cold enough, it falls as snow, which turns into ice,” explains Michael Lehning, who, at SLF and at EPFL, is investigating the interactions between the atmosphere and snow cover. It is open to question whether the increase in the East can compensate for the ice loss in the rest of Antarctica and the associated rise in sea levels. To check this, we need to know how much snow turns to ice and where. This is not particularly easy: Severe storms frequently shift the snow around, and some of it is sublimated back to the atmosphere.

Michi wants to understand the processes involved.

This is why, in 2016, he went to the inland research station Princess Elisabeth, where he installed a new kind of sensor combination to automatically record the transport and deposition of snow. “The station is powered by solar and wind energy, and was able to provide data throughout the whole winter. This data is unique!” exclaims Michi delightedly. This year he has also been measuring the same parameters closer to the coast, where snow deposition may proceed differently. The data analyses will help to obtain a more precise mass balance of the Antarctic ice. *(bio)*

www.slf.ch/massbalance-antarctic

Robert Kenner is an enthusiastic permafrost researcher. For the past eight years at SLF, his focus has been on the permanently frozen ground in the Swiss Alps – for example, in the Riti-graben near Grächen (Canton Valais). There, over the past thousands of years, a rock glacier has formed, consisting of a mixture of debris and ice.

Rock glaciers creep slowly down towards the valley. In recent decades, however, they have been moving faster due to climate change. This increases the risk of natural hazard events. Robert explains: “The faster a rock glacier creeps, the more likely rockfall and debris flows become.”

Seasonal patterns

Using measurements in boreholes, as well as laser scans, aerial photography and GPS, Robert found that the rock glacier in the Ritigraben is moving mainly in a layer about 20 metres deep, the so-called shear horizon. The rock glacier is now creeping four times faster than in the year 2000, and its movements have a distinctly seasonal pattern. It reaches the highest velocities between August and November, before slowing down in winter up until the beginning of the snow-melt, when it quickly accelerates again. Moreover, after heavy rainfall, the rock glacier may, for a short period, move 16 times faster than normal.

Water seems to play an important role in influencing the creeping velocity. Robert: “We assume that rain and melt-water can penetrate the rock glacier more easily today than previously because the ice has become warmer with climate change.” This leads to less friction in

the shear horizon and thus an increase in the creep velocity. Some rock glaciers are depositing more debris in steep channels – and thus further increasing the risk of rockfall and debris flows. *(chu)*



Laser scanning on the Ritigraben rock glacier.



Johanna Donhauser,
Birmensdorf

“Last summer I discovered the Lindenhof amidst in the city of Zurich. Since then I’ve been coming here regularly with my guitar to make music with friends. We play mostly songs from the 1960s and 1970s in singer-songwriter style, and enjoy the liveliness of the place.”

ARCTIC SOIL UNDER CLIMATE CHANGE

What happens if you warm soil from cold regions? Does the diversity of fungi, bacteria and other microorganisms increase or decrease? How do the carbon and nutrient cycles change? The doctoral student Johanna Donhauser

is carrying out experiments in the Swiss National Park in Canton Grisons and in the Arctic as part of the international MicroArctic Project to study the influence of climate change on soils.



Everything is interconnected – and not only since the Internet has been around. In nature, this principle has always applied: Stream courses, hedges and ‘green’ bridges connect habitats; animals eat plants or other animals and thus mutually influence each others’ populations; and fungal networks help forest trees to take up nutrients more easily. Researchers at WSL don’t just study how natural networks function and how they can be restored after an intervention. They themselves also benefit from a diverse variety of networks, with networks of computers, of instruments and of researchers making their work easier.

DIAGONAL can be ordered free of charge: www.wsl.ch/diagonal

Request individual copies:
Swiss Federal Research Institute WSL
Zürcherstrasse 111,
CH-8903 Birmensdorf
eshop@wsl.ch; www.wsl.ch/eshop

IMPRINT

Publisher:
Prof. Dr. Konrad Steffen, WSL Director

Text:
Lisa Bose (lbo), Claudia Hoffmann (cho), Christine Huovinen (chu), Beate Kittl (bki), Reinhard Lässig (rlä), Sara Niedermann (sni), Birgit Ottmer (bio)

Editorial management:
Lisa Bose, Claudia Hoffmann;
diagonal@wsl.ch

Translation: Silvia Dingwall, Nussbaumen

Design:
Raffinerie AG für Gestaltung, Zurich
Layout: Sandra Gurzeler, WSL

Printing:: cube media AG, Zürich

Circulation and frequency of publication: 1900, twice annually

The WSL magazine DIAGONAL is also published in German and French.

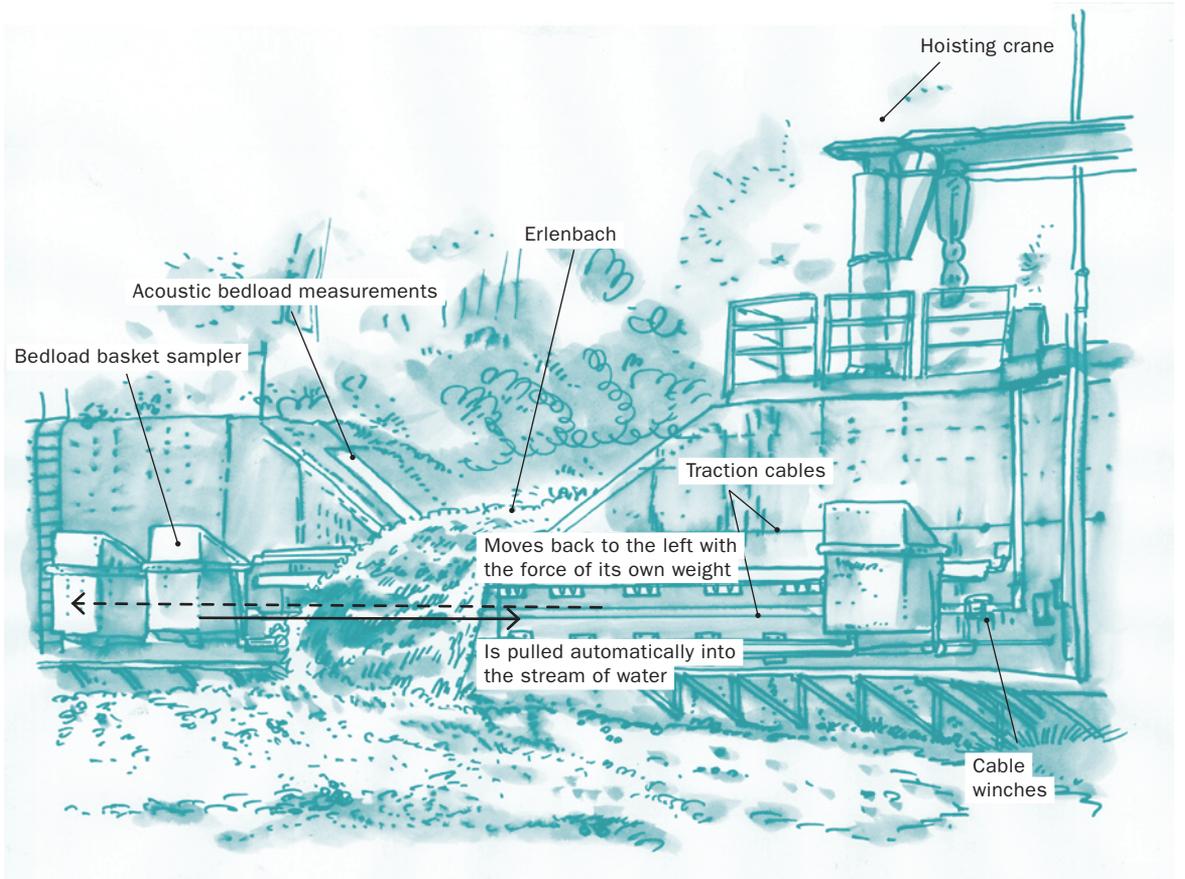
Cite as:
Swiss Federal Research Institute WSL,
2016: WSL magazine Diagonal, 1/18.
36 pp., ISSN 2296-3561

PEOPLE

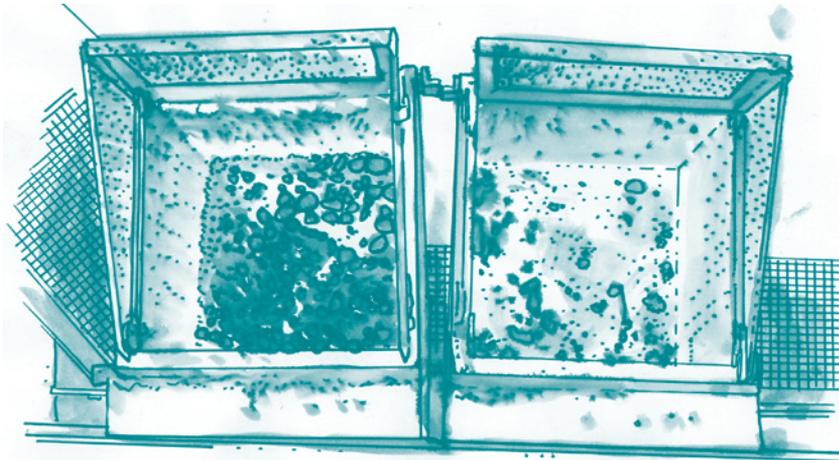


The WSL editorial team, from left to right, top row: Sandra Gurzeler, Claudia Hoffmann, Lisa Bose; middle row: Birgit Ottmer, Beate Kittl, Christine Huovinen; bottom row: Reinhard Lässig, Sara Niedermann

THE BEDLOAD BASKET SAMPLER



View inside the basket



Floods in torrents frequently transport large quantities of stones and sand down with them. In the Alptal (Canton Schwyz), WSL has been measuring how much material the Erlenbach transports. When a flood event occurs, metal baskets move automatically into the stream and collect the solid material. Along with the data from the acoustic sensors, the researchers can then determine the bedload transport for different particle sizes.

Video at:
www.wsl.ch/object





**Protection contre les avalanches: l'Islande apprend de la Suisse –
et vice versa, p. 30**



Cavités d'arbre: des sacs-poubelle en plastique simulent des mini cosmos, p. 27

SITES

Birmensdorf

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

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

Davos

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

Cadenazzo

Istituto federale di
ricerca WSL
a Ramél 18
CH-6593 Cadenazzo
Telefon 091 821 52 30
info.cadenazzo@wsl.ch
www.wsl.ch/cadenazzo

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

L'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL étudie les modifications de l'environnement terrestre, mais aussi l'utilisation et la protection des habitats naturels et des paysages cultivés. Il observe l'état et l'évolution de la forêt, du paysage, de la biodiversité, des dangers naturels, ainsi que de la neige et de la glace; il élabore également des solutions durables pour répondre à des problèmes pertinents pour la société, et ce en collaboration avec des partenaires issus de la science et de la société. 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, Cadenazzo, 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. Vous trouverez les chiffres clés du WSL à l'adresse www.wsl.ch/more/rapportdegestion.

