

DIAGONALE

THÈME CENTRAL

Espèces invasives: amies ou ennemies?

N° 2
14

Oiseaux des forêts de montagne: Comment survivre au changement climatique? p. 22

Nouveau logiciel: Planification systématique des réserves naturelles, p. 27

Accidents d'avalanche: La composition du groupe influe sur le risque, p. 28

ÉDITORIAL

Chère lectrice, cher lecteur
Le photogénique capricorne asiatique, le minuscule nématode du pin ou l'exotique cynips du châtaignier – autant d'exemples d'organismes exogènes qui mettent en danger les espèces indigènes ou les évincent. Quelle menace les espèces invasives constituent-elles véritablement? Le thème central de ce numéro se consacre entre autres à cette question que souligne encore plus un événement particulier: l'inauguration, par le WSL, de son premier bâtiment d'envergure depuis de nombreuses années – le laboratoire phytosanitaire. Investissement nécessaire puisque, conformément à la loi, la recherche sur les organismes de quarantaine ne doit avoir lieu que dans des conditions strictes de sécurité. Or, à ce jour, l'infrastructure exigée faisait défaut en Suisse. La gestion des parasites des plantes est un mandat commun de l'OFEV, de l'OFAG/Agroscope et du WSL qui collaborent dans le Service phytosanitaire fédéral (SPF). Le bâtiment représente ainsi l'œuvre commune des organes participants, et nous nous réjouissons des nouvelles possibilités que ce laboratoire nous offre, ainsi qu'à nos partenaires. Je vous souhaite une lecture passionnante.



Christoph Hegg
Directeur adjoint



2



EFFICACITÉ ET MESURES

Quelles menaces représentent les espèces invasives et qu'entreprenons-nous contre elles?



10

UNE-DEUX

Nicola Schönenberger, Conservateur du Musée d'histoire naturelle de Lugano: «Les invasions biologiques posent problème à l'être humain, et non à la nature.»



14

LABORATOIRE

Le WSL inaugure le premier laboratoire national de sécurité biologique destiné aux ravageurs de plantes.

16



CAPRICORNE ASIATIQUE

L'un des parasites des arbres les plus dangereux au monde tient les forestiers suisses en haleine.

THÈMES-CLÉS

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

PORTRAITS

- 21 Aline Frank, biologiste
- 32 Martine Rebetez, climatologue
- 33 Martin Hiller, électro-ingénieur

RAPPORT SUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

- 34 Environnement et sécurité
- 35 Impressum, À l'horizon, le n° 1 de 2015

LE SCHMILBLICK

- 36 Le Batlogger

THÈME CENTRAL Comment réduire le risque que les organismes invasifs – rares sur l'ensemble des animaux et plantes importés – ne causent des dégâts dans nos contrées?

De nouvelles espèces: amies ou ennemies?



Le polypore splendide a probablement été importé de l'Europe du Nord-Est; depuis son introduction, il se propage en Suisse de façon continue. Le WSL enregistre toutes les stations signalées dans une base de données sur les champignons.



L'Office fédéral de l'environnement OFEV répertorie 107 espèces invasives pour la Suisse. Parmi elles figurent non seulement des champignons, mais aussi des mammifères, des oiseaux, des reptiles, des amphibiens, des mollusques, des insectes, des crustacés, des araignées, des vers, des bactéries et des plantes.

Le polypore splendide.

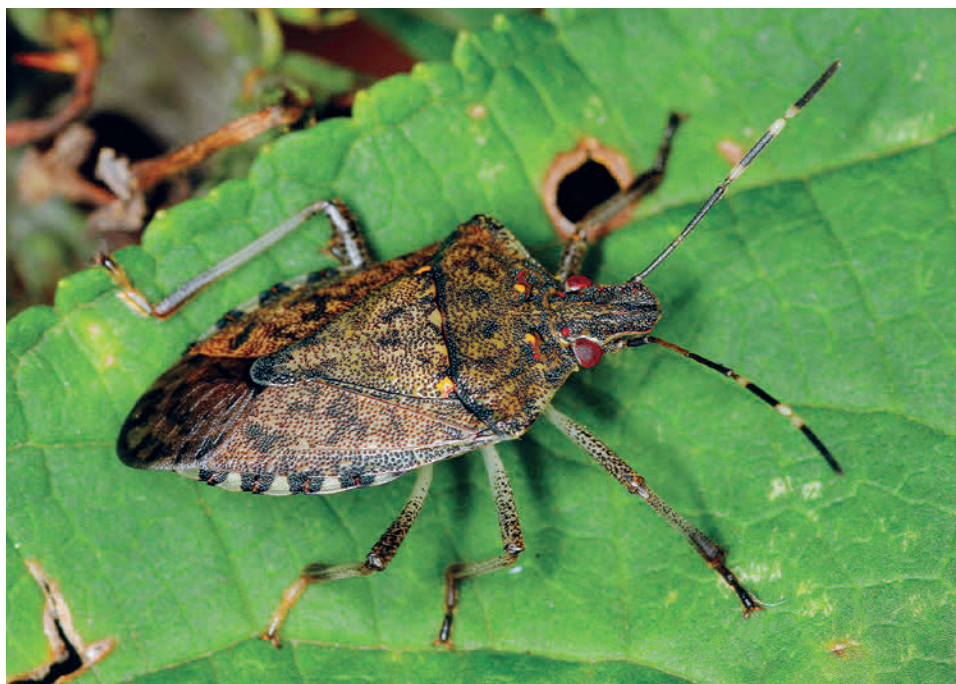
Photo: Alfred Huber, Lottstetten (DE)

Il mesure tout juste un millimètre. Et pourtant, il réussit à mettre la moitié de l'Europe en émoi. Le nématode du pin est un représentant typique des espèces invasives. Originaire d'Amérique du Nord, il a gagné le Portugal en passant par le Japon, où il a anéanti jusqu'à 50 000 pins par an depuis 1999. Son établissement dans d'autres régions chaudes – en Valais par exemple – n'est sans doute plus qu'une question de temps.

La nature est toujours en perpétuel changement. L'apparition de nouvelles espèces dans nos contrées n'est donc pas un événement en soi. Ainsi, l'edelweiss – aujourd'hui véritable emblème de notre flore alpine – provient des hautes steppes d'Asie centrale et a pénétré dans notre pays de façon naturelle. Mais depuis que l'être humain sillonne la planète, les espèces animales et végétales se déplacent aussi avec lui à travers le monde entier. Elles dépassent des obstacles comme les océans ou les massifs montagneux infranchissables pour elles pendant des milliers d'années. Le nombre d'espèces exogènes a ainsi fortement augmenté depuis la mondialisation (voir le graphique informatif p. 7). Nous avons volontairement introduit certaines d'entre elles: la pomme de terre en provenance des Andes, ou le cygne tuberculé afin de parer les étangs des parcs. De nombreux néobiontes – nom donné aux espèces établies dans nos contrées après la découverte de l'Amérique (1492) – furent toutefois introduits involontairement comme passagers clandestins dans la coque d'un navire, sur des plantes, dans du bois d'emballage ou des rainures de pneus automobiles. Lors d'une étude, des chercheurs en Belgique retrouvèrent 33 espèces végétales sur des voitures sales qui traversaient la région. →

Une fois sur place, nombre de ces nouveaux arrivants s'insèrent dans nos écosystèmes. Rares sont ceux dont l'impact est négatif. S'ils causent des dommages économiques, détériorent la santé de l'être humain, d'animaux de rente et de plantes, ou s'ils se propagent aux dépens d'espèces indigènes, ils sont reconnus comme espèces invasives – tel le nématode du pin «destructeur de pins» ou la coccinelle asiatique qui dispute leur habitat aux coccinelles, voire les dévore.

Dans les sources bibliographiques, les espèces invasives sont aujourd'hui considérées comme l'un des principaux dangers pour la diversité mondiale des espèces. Pour cette raison, la Suisse s'est engagée, via la Convention sur la biodiversité et d'autres conventions internationales pour la protection des végétaux, à empêcher leur entrée sur son territoire. Si ces espèces devaient malgré tout s'établir, il faudrait les endiguer ou les éliminer au maximum. Ce qui semble simple en théorie, l'est beaucoup moins en pratique. «Chaque espèce a son mode de vie et des répercussions différentes sur son environnement», explique Daniel Rigling, chef du Groupe de recherche Phytopathologie au WSL et membre de la Commission fédérale pour la sécurité biologique (CFSB). «Il n'y a pas de recette miracle pour les éloigner ou réussir à les combattre.» D'autant plus qu'aujourd'hui, les caractéristiques constitutives d'une espèce invasive n'ont pas encore été clarifiées. Des années peuvent s'écouler avant qu'une espèce ne devienne véritablement invasive. Dans le Brandebourg, plus de 100 ans séparent l'introduction de l'ailante du moment où il endommagea des bâtiments et mit en danger des espèces menacées dans des réserves naturelles. C'est pourquoi Daniel Rigling déclare qu'il faut avoir le plus de connaissances possibles sur une espèce invasive (potentielle) et connaître ses voies de propagation. «Nous pourrions ainsi mieux évaluer son potentiel nuisible, et élaborer des contre-mesures appropriées», précise-t-il. Le chercheur étudie surtout la biologie des champignons et d'autres petits organismes, parfois de taille



Originnaire d'Asie orientale, la punaise diabolique fut découverte en 2007 dans la région de Zurich. Elle exerce des activités de succion sur les arbres fruitiers, les arbustes d'ornement et les plantes herbacées. À ce jour, elle n'est pas encore présente de façon invasive dans nos contrées.

Photo: Beat Wermelinger, WSL

microscopique, déclencheurs de maladie chez les plantes ligneuses. Prenant leur génome en compte, il peut, grâce à des analyses ADN, déterminer l'espèce dont il s'agit, la population d'origine et l'ampleur de sa diversité génétique. Cela importe en particulier lorsqu'il s'agit d'identifier pour ces parasites des adversaires biologiques. Il travaille actuellement à la découverte d'un virus susceptible d'être utilisé dans la lutte biologique contre le champignon responsable du dépérissement des pousses du frêne (voir le graphique informatif p. 7).

Détection précoce des problèmes grâce au monitoring

Plus la propagation d'une espèce problématique est avancée, plus la maîtrise en sera difficile et coûteuse. D'où l'importance de reconnaître à temps le moment où une espèce déjà connue comme espèce invasive, gagne la Suisse pour la première fois – ce qui nous ramène au nématode du pin. Daniel Rigling s'est vu confier le mandat suivant par l'OFEV: contrôler périodiquement la présence de cette espèce et d'autres organismes de quarantaine dans des sites à risques comme les aéroports, les grandes scieries ou les stocks d'écorce. «Le nouveau laboratoire phytosanitaire au WSL nous facilite grandement la tâche, il nous permet de mieux diagnostiquer les parasites et d'étudier leur biologie», souligne-t-il (voir le graphique p. 15).

Roland Engesser, chef du Service «Protection de la forêt suisse», apporte lui aussi, avec son équipe au WSL, une contribution essentielle dans le domaine du monitoring. Depuis trente ans, le groupe exploite un système de surveillance pour les ravageurs forestiers tant indigènes qu'introduits, à l'image du capricorne asiatique (voir le reportage p. 16). «Nous avons créé un réseau dense parmi les forestiers. Ils nous signalent les symptômes suspects dans leurs forêts. Nous détectons ainsi très tôt une infestation de parasites et pouvons émettre des recommandations pour résoudre le problème», indique Roland Engesser. Si

Pour en savoir plus
sur les espèces
invasives:
[www.wsl.ch/more/
especes-invasives](http://www.wsl.ch/more/especes-invasives)



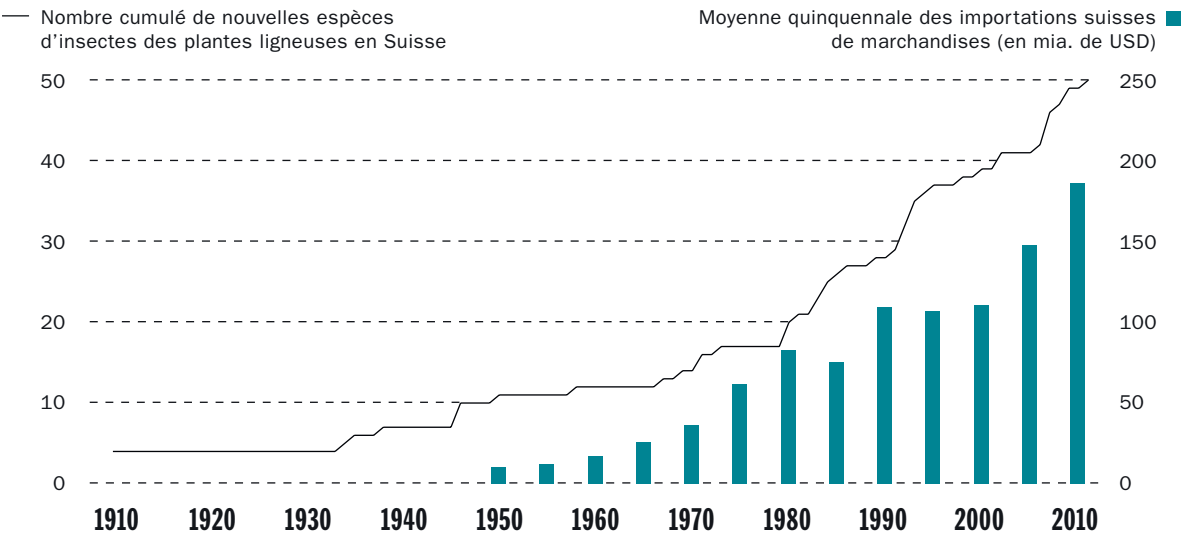
La verge d'or introduite, en provenance d'Amérique du Nord, colonise les zones alluviales, les clairières et les gravières où elle évince la végétation traditionnelle à l'aide de ses longs rhizomes souterrains.

cette collaboration fonctionne bien entre le Service «Protection de la forêt suisse» et les praticiens forestiers, c'est parce qu'elle repose sur un échange mutuel. «Conformément au mandat légal, nous proposons des conseils gratuits aux propriétaires de forêt et aux forestiers sur les thèmes de la protection de la forêt, nous les aidons à identifier les échantillons et organismes suspects, et organisons régulièrement des cours de perfectionnement. En échange, nous obtenons gratuitement de leur part les informations pertinentes en protection des forêts.» Roland Engesser et son équipe traitent ainsi chaque année de 300 à 500 demandes écrites et assurent quelques centaines de consultations téléphoniques. «Avec «Diagnostic en ligne», nous avons de plus développé un site Internet qui facilite l'identification des agents pathogènes et de parasites des arbres de façon indépendante, et qui dispense l'information sur les contre-mesures éventuelles.»

Stratégie nationale en cours d'élaboration

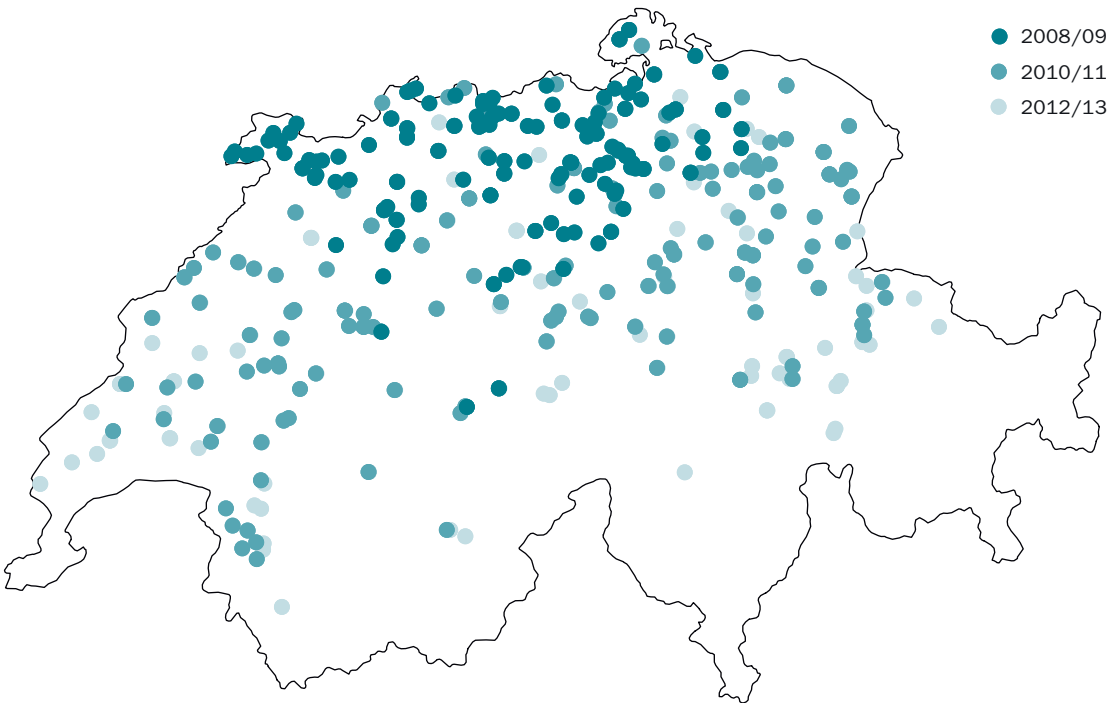
Dans son travail, Michael Nobis se concentre sur un autre groupe d'espèces invasives. En qualité de botaniste et de représentant du WSL, il siège dans la Commission chez Info Flora qui actualise en permanence la Liste noire. Cette liste comprend les espèces végétales invasives potentiellement très nuisibles, l'ambrosie à feuilles d'armoïse notamment. Parmi plus de 3000 fougères et plantes à fleurs qui poussent à l'état sauvage en Suisse, quelque 12 % sont des néophytes – tendance à la hausse – dont 23 figurent sur la Liste noire et 22 autres sur une liste préventive, appelée «Watch List». «Nous avons actualisé les listes cette année à partir d'un nouveau catalogue de critères portant sur les dégâts économiques, écologiques et sanitaires potentiels des espèces invasives. En outre, et c'est une première, les néophytes encore absentes de Suisse, mais présentes et à problèmes dans les pays frontaliers, sont désormais évaluées également de façon préventive», précise Michael Nobis. Toutefois, la meilleure liste restera lettre morte si aucun enseignement n'en est tiré. «Le buddléja est par exemple depuis longtemps sur la Liste noire car il s'impose dans des habitats qui méritent protection et des friches industrielles riches en espèces. Néanmoins, il est toujours vendu dans le commerce», constate Michael Nobis qui souligne ainsi un problème général dans la gestion des espèces invasives. Certes, il existe de nos jours de solides bases légales – ordonnances sur la protection des végétaux, sur l'utilisation confinée ou sur la dissémination dans l'environnement – qui visent à définir l'attitude à adopter face aux organismes exogènes ou à protéger des espèces invasives. Une stratégie générale sur les néobiontes fait toutefois défaut. Les cantons et les communes agissent souvent à leur seule discrétion car il n'existe parfois aucune priorité claire, aucune ligne directrice ni aucun catalogue de mesures. La Confédération travaille à l'heure actuelle à combler cette lacune. Une stratégie nationale doit servir à l'avenir de ligne directrice pour la prévention et la lutte contre les espèces exogènes invasives. Des solutions permettant une meilleure sensibilisation de la population à cette thématique sont aussi demandées. Dans une enquête, Xenia Junge, chercheuse au WSL, étudie dans quelle mesure six espèces végétales invasives sélectionnées et leur problématique sont connues du grand public, la position de celui-ci, et s'il serait prêt à soutenir des mesures de lutte appropriées. Les résultats montreront où des campagnes d'information supplémentaires sont nécessaires afin que la population aide à stopper la progression du nématode du pin et d'autres espèces invasives. (chu)

Nouveaux insectes des plantes ligneuses et importations de marchandises



Les espèces exogènes sont surtout importées lors du commerce mondial de marchandises et du trafic international de voyageurs. En Suisse, le nombre d'espèces étrangères d'insectes sur des plantes ligneuses a augmenté à partir des années 1930. Il est en nette corrélation avec le volume croissant des importations de marchandises selon les statistiques de l'OMC.

Propagation du flétrissement du frêne



Le flétrissement du frêne (*Chalara fraxinea*) fut constaté pour la première fois en Suisse en 2008. Ce champignon introduit, en provenance d'Asie orientale, entraîne le dépérissement des jeunes pousses du frêne. Depuis, le flétrissement du frêne a presque gagné toutes les parties du pays.

Carte: Protection de la forêt suisse / WSL; Photo pages 8/9: Kathrin Brugger, WSL



Dans les forêts délaissées à basse altitude, proches des zones d'habitation, les espèces sempervirentes présentent une forte compétitivité et se propagent en conséquence.

La renouée du Japon importée de Corée et du Japon se retrouve dans presque toutes les régions de Suisse. En raison de sa prolifération et de sa forte capacité de régénération, il est extrêmement difficile de la combattre, le long des rives notamment.



Au Tessin, les pousses à la croissance rapide du kudzu d'Asie de l'Est envahissent en peu de temps la végétation, y compris les grands arbres. Le kudzu compte parmi les organismes invasifs les plus agressifs au monde.

UNE-DEUX Espèces invasives: Où réside le danger?

Entretien avec Nicola Schönenberger (Musée d'histoire naturelle de Lugano) et Marco Conedera (WSL)

Dans quelle mesure les espèces invasives sont-elles considérées comme l'un des principaux dangers pour la diversité des espèces?

Schönenberger: Je ne suis pas tout à fait d'accord avec le fait d'affirmer que les espèces invasives sont considérées comme l'un des principaux dangers pour la diversité des espèces. Selon moi, ce n'est valable que pour la diversité des espèces des eaux intérieures et des îles.

Conedera: Je trouve aussi cette affirmation exagérée. Il est difficile de trouver des exemples éloquentes à l'appui de cette thèse. Ainsi, le chancre de l'écorce du châtaignier, maladie fongique introduite, a certes décimé le châtaignier d'Amérique, mais son impact n'a pas été considérable sur la biodiversité au sens large du terme.

Les espèces invasives ne sont donc pas dangereuses, mais nuisibles?

Schönenberger: Du point de vue du biologiste, une espèce invasive est une espèce qui se propage rapidement, qui a une nombreuse descendance et qui peut constituer de grandes populations. Cette définition n'a strictement rien à voir avec des «dégâts», lesquels sont toujours définis par l'être humain. C'est pourquoi je pense que les invasions biologiques posent surtout problème à celui-ci, et non à la nature. La nature est reliée aux périodes géologiques.

Mais nous, êtres humains, avons besoin de la biodiversité maintenant – et chaque jour. Conedera: Le châtaignier d'Amérique l'illustre bien. Son extinction a surtout été problématique pour l'homme. La nature, en revanche, nécessite avant tout des fonctions, et peu lui importe l'espèce qui assume cette fonction. Que le pollinisateur soit une abeille indigène ou un moustique exotique lui est égal du moment que la pollinisation ait lieu.

Et qu'en est-il de l'écureuil gris américain?

Schönenberger: Il s'agit d'un exemple très intéressant. Là où l'écureuil gris américain apparaît, il repousse notre écureuil roux indigène. Si rien n'est fait, ce dernier se retirera à haute altitude où ses populations se répartiront. Elles seront alors menacées de consanguinité. Il se peut donc que les espèces invasives causent des dégâts écologiques. Le ciste méditerranéen le montre bien également. C'est ici, au Tessin, qu'il forme les dernières populations de cette espèce les plus septentrionales au monde. Sur le plan génétique, il est unique et en présence du kudzu, est évincé par cette liane asiatique. Dans ce cas précis, il y aurait une véritable perte de biodiversité. La tendance est claire: à l'échelle intercontinentale, la diversité biologique devient toujours plus homogène; les espèces rares se raréfient, les fréquentes se multiplient.



Nicola Schönenberger,
Conservateur du
Musée d'histoire
naturelle de Lugano



Marco Conedera,
Chef de l'Unité de
recherche Écologie
des communautés

Mais finalement n'est-il pas naturel que les espèces se propagent et que la nature évolue?

Conedera: Oui, mais le problème est lié à la rapidité et à la fréquence des espèces allogènes qui se propagent. La nature n'a plus le temps de s'adapter à elles sur des générations. Tous les phénomènes sont brusques et diversifiés. Le changement climatique en est en partie responsable. Autre facteur clef: la mobilité mondiale des personnes. Un grand nombre d'espèces sont dès lors importées en très peu de temps, et changent la donne générale. Un agriculteur, par exemple, fait confiance aux règles du jeu de la nature qu'il connaît, et gagne ainsi sa vie. Avec l'intrusion d'une espèce inconnue et nuisible, il peut résulter de grandes incertitudes, voire des peurs existentielles, chez cet agriculteur.

Pourquoi le Tessin est-il particulièrement concerné?

Conedera: En raison de son climat, de sa situation géographique le long d'un important axe de transport entre l'Europe du Nord et l'Europe du Sud et de la modification de l'utilisation des sols, le Tessin est prédestiné à ces invasions. Cela signifie qu'il offre aux plantes et animaux nouveaux des conditions nettement plus favorables qu'ailleurs en Suisse. Parfois, nous connaissons même des situations subtropicales, humides et chaudes – idéales pour des calamités exotiques comme le moustique tigre. Nous avons des zones semi-industrialisées et de l'étalement urbain avec des jardins quasiment situés en forêt. Aucune distance ne sépare les zones d'habitation des zones naturelles, mais de très

nombreuses interfaces les relient. Nous sommes aussi à proximité de la Lombardie et du Piémont, régions d'où proviennent beaucoup d'espèces invasives entrées ici. Au Tessin, nous pouvons ainsi observer aujourd'hui ce qui se passera probablement dans le reste de la Suisse dans 20 ou 30 ans.

Quelle espèce végétale cause le principal problème au Tessin?

Conedera: En tant que forestier, je dirais que c'est l'ailante. Il se propage en effet de façon sauvage et est difficilement contrôlable, il endommage les bâtiments et évince la flore indigène. Il est très répandu à basse altitude. Ainsi, après l'incendie de forêt de Cugnasco, l'ailante s'y est propagé de façon rampante. Les paulownias tomenteux ne sont à ce jour présents que de manière isolée, leur croissance et leur fructification sont toutefois plus rapides que celles de l'ailante. Schönenberger: La renouée du Japon pose aussi problème. Son influence est énorme. Elle pousse ici partout, y compris dans les zones alluviales d'importance nationale.

Et à quoi ressemble la situation au nord des Alpes?

Schönenberger: On y rencontre aussi des problèmes: la renouée du Japon, l'ambroisie, l'impatiante de l'Himalaya. Néanmoins, point positif, ces dernières sont parfois combattues de façon intensive avec des résultats visibles. L'ambroisie a par exemple nettement reculé en Suisse, cas unique en Europe. Par rapport à d'autres pays européens, la Suisse a plus de possibilités d'action tant au niveau financier que juridique. Elle joue ainsi un rôle de pionnier en Europe.

Plus d'informations
sur l'ailante à
l'adresse:
[www.wsl.ch/
more/ailante](http://www.wsl.ch/more/ailante)



L'ailante, en provenance d'Asie, fut longtemps planté comme arbre d'ornement en Europe. Aujourd'hui, il se propage de façon sauvage, notamment en zone urbaine et périurbaine.

Conedera: Nous travaillons de plus à petite échelle et sommes bien organisés, ce qui simplifie l'élaboration et l'application de mesures efficaces. Nous disposons aussi d'un autre avantage: une base de données de très grande qualité. Les Suisses peuvent ainsi aborder la thématique de façon objective, d'où l'obtention ultérieure rapide de pistes de solutions efficaces.

Et pourtant, l'ailante fait encore l'objet de plantations ciblées au nord des Alpes?

Conedera: C'est selon moi un autre problème. En Suisse alémanique, les conditions pour que l'ailante puisse se propager commencent juste à se créer. Cela veut dire un nombre suffisant d'arbres semenciers en ville et dans les environs, ou des zones périphériques agricoles délaissées.

En tant que site du WSL à Bellinzona, nous avons l'occasion unique d'utiliser notre expérience et de transmettre à temps les informations vers les régions du nord des Alpes pour leur éviter de connaître les mêmes problèmes que ceux que nous rencontrons actuellement. C'est pourquoi il nous importe de réaliser le plus de recherches et de publications possibles, afin d'informer.

Quelles sont les mesures les plus urgentes: la prévention ou la lutte?

Conedera: Cela dépend. Reprenons l'exemple de l'ailante. Au sud des Alpes, on peut encore le combattre à haute altitude; à basse altitude, des stratégies de gestion sont nécessaires. Au nord en revanche, on peut encore empêcher sa propagation, d'où l'intérêt de mesures préventives. Cela signifierait toutefois qu'il serait interdit de planter ou de vendre d'autres ailantes. Et les arbres isolés existants devraient être éradiqués. Schönenberger: Il existe différentes variantes: la prévention, l'éradication, l'endiguement et la suppression. On a souvent recours à la dernière pour la renouée du Japon. L'endiguement et la suppression sont toutefois des mesures sans fin et coûteuses à long terme. C'est pourquoi il importe tant d'intervenir tout de suite en présence de nouvelles espèces. Or les Alpes, point chaud de la biodiversité en Suisse, sont encore largement épargnées et devraient être protégées par des mesures de prévention.

Qu'attendez-vous de la recherche?

Schönenberger (en souriant): Je souhaiterais que les institutions de recherche fassent moins attention au nombre de leurs publications dans des revues reconnues scientifiquement, et qu'elles se consacrent aussi à une recherche orientée vers la pratique. Avec une meilleure interconnexion au niveau international afin que tous puissent apprendre les uns des autres. Je désirerais aussi un meilleur monitoring sur le terrain. La recherche à long terme est justement l'une des forces du WSL.

Conedera: Oui. Et heureusement, on reconnaît de plus en plus l'importance du monitoring dans l'émission de recommandations d'action fiables. Créer un monitoring à long terme systématique pour les néophytes en Suisse, et inventorier les paramètres environnementaux qui conduisent à leur présence – ce serait mon rêve! En effet, nous pourrions ainsi réaliser une base de données unique qui nous permettrait de mieux saisir la complexité des interrelations, et d'offrir un fondement solide aux décisions de la politique et de la pratique. *(kbr)*

Interview exhaustive
sur: [www.wsl.ch/
more/interview-
especiesinvasives](http://www.wsl.ch/more/interview-especiesinvasives)

«Au Tessin, nous pouvons observer aujourd'hui ce qui se passera dans le reste de la Suisse dans 20 ou 30 ans.»

SÉCURITÉ BIOLOGIQUE Le premier laboratoire national de sécurité biologique doté du niveau maximum de protection contre les ravageurs de plantes

Conformément à la loi, les champignons, nématodes ou insectes dangereux pour les plantes indigènes ne peuvent faire l'objet de recherches que dans des milieux confinés. Or jusqu'à présent, les possibilités techniques en Suisse étaient très limitées. C'est pour cette raison que le WSL, en collaboration avec l'Office fédéral de l'environnement OFEV et l'Office fédéral de l'agriculture OFAG, a construit un laboratoire spécial de niveau de protection maximum contre les ravageurs. Les experts y étudient ces derniers et recherchent si les échantillons suspects (1) comportent des organismes dangereux.

Les salles du nouveau laboratoire sont réparties en niveaux de protection correspondant à la classe de risque des activités qui y sont effectuées. La partie du bâtiment dotée du niveau maximum de protection est unique en Suisse pour les ravageurs des plantes. Un système complexe de ventilation (9) génère une dépression permanente et filtre l'air sortant. Les eaux usées et le matériel utilisé comme les échantillons, les ustensiles de laboratoire ou les vêtements de protection, sont chauffés à 120 °C dans un autoclave à double entrée (7), ce qui tue tous les organismes nuisibles. Seuls les collaborateurs formés ont le droit de pénétrer dans la zone de sécurité via un sas (2). Ils travaillent dans un poste de sécurité microbiologique (3) où ils isolent les agents pathogènes, les multiplient si nécessaire dans des cultures pures (4), et les analysent au microscope. Si l'observation morphologique, soit celle des caractéristiques extérieures, n'est pas concluante, ou si des informations sur la parenté et l'origine de l'organisme sont nécessaires, les chercheurs ont recours aux méthodes de la biologie moléculaire: à l'aide d'analyses ADN (5), ils déterminent l'empreinte digitale génétique et la comparent aux séquences d'ADN d'organismes présumés identiques.

Le bâtiment est connecté à une serre (6) en verre incassable qui remplit les mêmes exigences que le laboratoire de sécurité. Les chercheurs peuvent, en toute sécurité, y infecter des plantes expérimentales avec des organismes nuisibles, et obtenir de précieuses informations sur leur susceptibilité aux maladies, ainsi que développer et tester des mesures de lutte. Après chaque essai, ils autoclavent les plantes utilisées et désinfectent les compartiments de la serre. Les mesures de sécurité servent à exclure toute menace pour les plantes indigènes. Les organismes étudiés au WSL ne représentent aucun danger pour l'être humain.

Dans le même bâtiment, le WSL exploite un nouveau laboratoire d'air pur (8). Les scientifiques y réalisent des analyses génétiques avec du matériel fossile de plantes et d'animaux afin d'obtenir un aperçu des écosystèmes antérieurs.

(gpe)

Pour en savoir plus
sur le laboratoire
phytosanitaire:
[www.wsl.ch/more/
laboratoirephytosani-
taire](http://www.wsl.ch/more/laboratoirephytosanitaire)

1



Taches brunes, cas suspecté de *Phytophthora ramorum*.

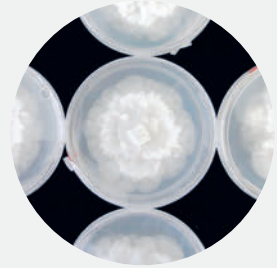


Niveau de protection 3: entrée par le sas, vêtements de protection.



Tous les examens ont lieu dans un isolateur.

3



Les organismes pathogènes sont isolés et multipliés dans une culture pure.

4



Analyses génétiques lorsque c'est nécessaire (ici le thermocycleur PCR).

5



Serre isolée destinée à l'étude des ravageurs.

6



L'autoclave à double entrée stérilise les déchets et les instruments.



Laboratoire d'air pur pour l'étude de l'ancien ADN.

8



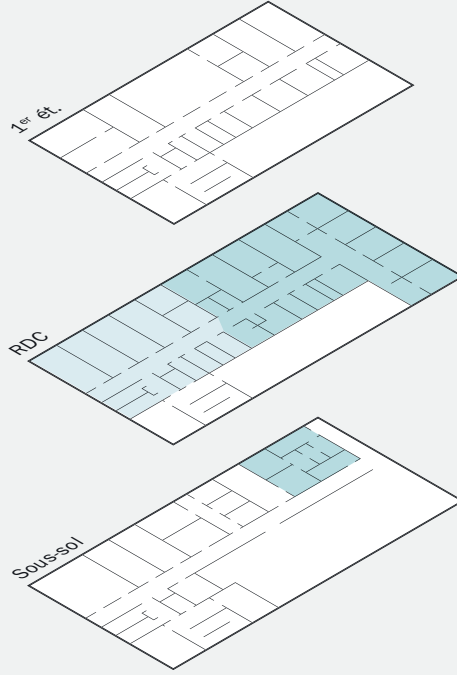
L'installation à double filtrage garantit un air sortant aseptique.

9



Les plantes-hôtes infestées doivent être détruites.

10



- Laboratoires sans niveau de protection, salles techniques et bureaux
- Niveaux 1 et 2 de protection
- Niveau 3 de protection et laboratoire d'air pur



Après l'abattage préventif de feuillus, Beat Forster (WSL, à droite) et Roger Raemy (canton de Fribourg) contrôlent à Brünisried (FR) des échantillons de bois infestés par les insectes.

Photo: Reinhard Lässig, WSL

REPORTAGE Capricorne asiatique: La Suisse s'équipe pour faire face à un dangereux ravageur

Il pénétra en Suisse tel un voleur de nuit. Dans l'obscurité d'un conteneur de 24 pieds, par transport fluvial en provenance de Rotterdam. Des grues le hissèrent hors d'un cargo du port de Birsfeld jusqu'à la terre ferme. Le fret: environ une dizaine de palettes avec du granit chinois lourd de plusieurs tonnes, découpé en pierres bordières carrées et en bordures de chaussées. L'emballage: du bois de peuplier chinois, souvent léger, mince et nouveau. Un habitat pour les insectes saproxyliques venus d'Extrême-Orient. Un habitat pour le capricorne asiatique.

«À ce jour, personne ne sait exactement ni quand ni où les premiers capricornes ont pénétré en Suisse», déclare Sandra Plattner de l'Office fédéral de l'agriculture OFAG. Aux côtés de Stefan Beyeler de l'Office fédéral de l'environnement OFEV, elle se tient devant un conteneur dans un entrepôt à Frenkendorf (BL). Les deux Offices exploitent ensemble le Service phytosanitaire fédéral (SPF) qui vérifie si des envois de marchandises importées présentent des infestations de ravageurs. Sandra Plattner fait sauter les scellés des portes. Dès l'ouverture s'échappe une odeur lourde. «Dans le pays d'origine, le conteneur a été fumigé au bromure de méthyle afin de tuer les insectes nuisibles et d'empêcher leur introduction en Europe», explique-t-elle. Sa lampe de poche éclaire un infime amas de sciure de forage sous la première palette. «Il est trop fin pour le capricorne asiatique», précise-t-elle à son collègue. Quelques minutes plus tard, au guichet de la compagnie de logistique: «Désolés, nous avons trouvé de la sciure de forage fraîche dans la livraison examinée, ce qui induit la présence d'organismes nuisibles; il faut traiter le conteneur à nouveau», signale Stefan Beyeler d'une voix aimable mais ferme. «Le traitement mentionné sur la palette par le cachet international NIMP 15 n'a manifestement pas été effectué de façon correcte.»

Renforcement des contrôles à l'importation grâce à des chiens renifleurs

Port de Birsfelden sur le Rhin, à quelques kilomètres de là, dans l'un des quinze entrepôts pour pierres importées. Des centaines de palettes avec du granit et du basalte asiatiques. «Jadis, nous ne les avons contrôlés que par échantillonnage», indique Sandra Plattner. Vers 2006, le capricorne asiatique a dû se faufiler à travers les mailles du réseau des contrôles à l'importation, comme en Autriche cinq ans plus tôt. Les datations ne peuvent se faire que rétrospectivement. «Depuis l'infestation par le capricorne en 2011 à Brünisried dans le canton de Fribourg, la Suisse a renforcé ses contrôles; aujourd'hui, nous procédons aux examens les plus stricts d'Europe», affirme-t-elle.

L'équipe du SPF a non seulement été dotée de personnel supplémentaire, mais aussi de chiens renifleurs de capricornes asiatiques, tels Blikki, Lara et Pino sur place aujourd'hui, formés à cet effet et capables, à la différence de l'être humain, de détecter l'odeur de cet insecte. Deux à trois fois par semaine, ils reniflent dans des conteneurs et des lieux de stockage de pierres: «Dès qu'un cas suspect nous est signalé, je viens avec mes chiens», précise Sandra Plattner. «Une fois là-bas, tous les trois ont d'abord besoin d'un moment d'acclimatation pour trouver leurs marques», explique la maîtresse-chien. «S'ils grattent

Série de photos sur le reportage:
www.wsl.ch/more/photos-capricorne-asiatique



Blikki, le chien renifleur de capricornes asiatiques de Sandra Plattner, qui travaille pour le Service phytosanitaire fédéral dirigé conjointement par l'OFAG et l'OFEV.

le bois d'emballage avec leurs pattes avant même la recherche, c'est qu'ils ont flairé quelque chose.» À son tour, elle passe alors en revue toutes les lattes en vue de localiser sciure, débris ou galeries de forage, ainsi que larves et capricornes.

Recherche de capricornes: comme une aiguille dans une botte de foin

Si Sandra Plattner a la main heureuse, Beat Forster, entomologiste au WSL, intervient. En effet, identifier les organismes nuisibles forestiers et conseiller les services de protection phytosanitaire relèvent du mandat de l'Institut de recherches. En septembre 2011, le WSL reçut ainsi une photo de Brünisried: «J'ai tout de suite deviné qu'il s'agissait d'un capricorne asiatique», se rappelle Beat Forster. Le lendemain, une fois sur place pour recenser les dégâts causés à plusieurs érables, il retrouva un insecte: cela faisait quatre en tout pour la même année: «En collaboration avec des représentants de la Confédération, du canton et de la commune, nous avons défini les arbres à abattre immédiatement, afin d'éviter autant que possible toute pullulation.» On s'attendait ensuite à ce que la commune de 600 habitants soit à nouveau «dépourvue d'insectes», ce qui se confirma dans un premier temps. Les années suivantes restèrent toutefois sources d'inquiétude car à une altitude de 875 m, le développement du parasite, de la ponte à l'apparition des insectes, peut durer trois ans. D'ailleurs, à l'automne 2013, le capricorne asiatique était de retour.

Brünisried, fin janvier 2014: Maisha, la chienne labrador renifleuse de Daniel Hagemeier, court en zigzaguant autour d'un tas de bois. La truffe en l'air, elle tourne la tête vers son conducteur et aboie. Le cas semble clair: il y a soupçon de capricorne asiatique. Un Flat Coated Retriever noir le confirme. «Nous contrôlons toujours les arbres suspects à l'aide de plusieurs chiens, les signes annonciateurs d'infestation se multiplient alors», indique Daniel Hagemeier.



De trois centimètres de long environ, le capricorne asiatique noir arbore des surfaces claires couvertes de points blancs à jaunâtres. Il est considéré en Europe comme un «organisme nuisible particulièrement dangereux».

Quelques minutes plus tard, une tronçonneuse rugit. Roger Raemy, forestier mandaté par le Service phytosanitaire cantonal à Grangeneuve (FR), découpe un saule abattu. Se dégage alors une odeur de bois frais et d'essence.

Avec son couteau de poche, Beat Forster détache l'écorce d'un morceau de tronc infesté. Le résultat est toutefois négatif: «Ces galeries doivent avoir été forées par une chenille de papillon», précise l'entomologiste. Avec Roger Raemy, il examine chaque centimètre de bois, mais ne détecte – contrairement à l'automne 2013 et aux premiers jours de janvier 2014 – aucun nouveau signe d'attaque par le capricorne asiatique. Ainsi, tous les arbres signalés par un chien ne révèlent pas pour autant la présence de larves ou d'adultes. Des visites antérieures d'insectes ou des essais de pontes laissent aussi une odeur derrière eux. «Au printemps, nous étudierons tous les endroits où les chiens ont flairé quelque chose d'intéressant», ajoute Roger Raemy, qui effectue ici des contrôles tous les quinze jours.

L'abattage préventif de tous les érables, saules, peupliers, bouleaux et maronniers proches des stations des ravageurs est prometteur. D'où la décision de Roger Raemy d'enlever plus de 300 arbres et 400 mètres de haies l'hiver 2014. «Observer attentivement tous les feuillus dans la commune peut aussi aider», indique-t-il, «et plus la population disposera d'informations sur le capricorne asiatique, plus nous aurons de chances de le détecter.» Les responsables à Winterthour ne le démentiraient pas.

Pour en savoir plus
sur le capricorne
asiatique:
[www.wsl.ch/more/
capricorneasiatique](http://www.wsl.ch/more/capricorneasiatique)

La lutte contre les insectes coûte des millions

Winterthour, avril 2014: Dans le vieux centre du village de Neuhegi à proximité de la Sulzerallee, on entend des bruissements dans le houppier d'un maronnier. Avant la période d'envol des insectes, deux arboriculteurs encordés recherchent sur le feuillu suspect une infestation éventuelle du capricorne asiatique. Cette fois-ci, Beat Forster ne confirme pas les indices trouvés – ce sont

d'anciennes pontes. Quelques semaines auparavant, la situation était tout autre: «Ici, un érable champêtre avait attiré l'attention des chiens renifleurs», déclare l'entomologiste en montrant un jardin. «En découpant le bois, nous avons trouvé une larve du capricorne asiatique.»

En 2012, on avait déjà découvert 150 insectes et 330 larves environ à Neuhegi. En 2006, les pierres bordières de routes en granit noir et blanc, importées d'Asie orientale, étaient venues par le Rhin jusqu'à Bâle, avant d'être stockées dans des palettes au bord de la Sulzerallee. «Cet été-là, un ou plusieurs couples d'insectes ont dû émerger du bois à l'air libre de façon inaperçue», suppose Markus Hochstrasser du Service phytosanitaire cantonal de Strickhof, «avant de se multiplier lors de trois cycles de deux ans et d'atteindre le nombre considérable de 500 animaux environ.» Rien qu'en 2012, l'élimination d'arbres infestés ou «suspects» et la surveillance d'arbres sur pied a coûté plusieurs millions à la ville de Winterthur. Entre-temps, le Parlement cantonal a approuvé un crédit à hauteur de 2,8 millions de francs pour le monitoring et le transfert d'informations entre 2013 et 2016. «Si le capricorne asiatique avait pénétré dans la forêt proche, le coût aurait été bien plus élevé», conclut Markus Hochstrasser.

Nouvelle infestation en 2014: indications d'un lieu d'origine commun

Marly, juillet 2014: une habitante de la banlieue de Fribourg signale une nouvelle infestation du capricorne asiatique. De nombreux contrôles font tout d'abord apparaître au grand jour 160 insectes et d'innombrables larves sur plus de 20 feuillus. Même sur le clocher, un insecte est capturé. En août, quelques animaux émergés de fraîche date surgissent d'un autre quartier résidentiel à plus d'un kilomètre de là. Plusieurs centaines d'arbres sont abattus par précaution. Les spécialistes du canton pensent désormais que les ancêtres des insectes retrouvés dans la région de Fribourg ont gagné Marly lors d'une livraison de pierres entre 2006 et 2008 environ. Ils y auraient pullulé dans des feuillus dont certains furent abattus, d'autres laissés sur pied. Leurs descendants auraient voyagé comme passagers clandestins dans le bois de chauffage en direction de Brünisried. Le WSL contrôle cette hypothèse en s'appuyant sur le patrimoine génétique des insectes.

Seule une lutte d'envergure contre le capricorne asiatique, l'un des ravageurs des arbres les plus dangereux au monde, peut éviter son introduction et sa propagation: «En Amérique du Nord et en Asie, nous savons qu'il peut causer de gros dégâts», souligne Stefan Beyeler de l'OFEV, «aussi doit-on le signaler et le combattre.» Mais les dommages qu'entraînerait une infestation non contrôlée freinent l'optimisme des responsables malgré une lutte plutôt positive à ce jour. D'où la question primordiale: les zones d'infestation à Winterthur, Brünisried et Marly seront-elles encore sans insectes dans quatre ans? En effet, c'est seulement après ce délai qu'une zone peut être déclarée officiellement comme dépourvue d'infestation. Point largement positif et réussi, parmi d'autres, du SPF: l'amélioration entre-temps de la qualité des palettes dans la plupart des pays d'origine. Beat Forster le constate dans son travail: «Les découvertes du capricorne asiatique dans le bois d'emballage diminuent nettement et le risque de nouvelles introductions d'insectes et de larves semble dès lors se réduire.»

(rlä)

Notice pour le praticien «Espèces invasives de capricornes provenant d'Asie. Ecologie et gestion.»:
www.wsl.ch/more/notice-capricorne-asiatique

A woman with short dark hair, wearing a red V-neck sweater, is smiling and looking towards the camera. She is standing in a lush green forest, surrounded by trees and foliage. The background is slightly blurred, emphasizing the woman in the foreground.

Aline Frank, Birmensdorf

«J'ai grandi dans l'Oberland bernois, dans une ancienne ferme avec un grand jardin, des arbres fruitiers et des moutons. Depuis que j'habite Zurich, la nature au-delà de la ville m'appelle. Je vais souvent courir sur l'Uetliberg. Je suis toujours surprise de la vitesse avec laquelle il me semble me retrouver dans une forêt de conte de fées.»

PRÉVISIONS D'AVENIR POUR L'ÉPICÉA, LE SAPIN ET LE HÊTRE

Dans quelle mesure les essences les plus fréquentes de Suisse, à savoir l'épicéa, le sapin et le hêtre, sont-elles déjà adaptées au climat plus chaud et plus sec escompté? La réponse n'est pas claire. Pour sa thèse de doctorat, Aline Frank, biologiste, examine de jeunes arbres issus

d'environ 90 populations de ces trois espèces, réparties dans toute la Suisse. «Notre objectif consiste à identifier les régions où le climat pourrait devenir inadapté à l'épicéa, au sapin et au hêtre, et à élaborer des recommandations sylvicoles.»

BIODIVERSITÉ La sylviculture peut compenser les conséquences négatives du changement climatique pour les oiseaux des forêts de montagne

Le grand tétras, la gélinotte des bois, la chevêchette d'Europe et le pic tridactyle font battre plus fort le cœur des protecteurs de la nature et des ornithologues: ces espèces d'oiseaux nicheurs sont rares, en partie menacées quand un grand nombre d'autres espèces trouvent autour d'elles de bonnes conditions de vie. Mais le changement climatique met en péril



Le pic tridactyle perd des habitats en raison du changement climatique – des mesures sylvicoles et la promotion du bois mort sur pied peuvent y remédier.

ces oiseaux adaptés aux zones de froid hivernal. Lorsque le temps est plus chaud et plus sec ou que les précipitations se répartissent différemment, les conditions de vie évoluent – de façon directe ou indirecte –, ne serait-ce que parce que la composition des forêts change. Dans le cadre du Programme de l'OFEV et du WSL «Forêt et changements climatiques», Kurt Bollmann, biologiste au WSL, a découvert, avec des collègues de l'Université de Berne et du Centre d'essais forestiers FVA de Fribourg-en-Brisgau, que le recul annoncé des oiseaux des forêts de montagne pouvait être nettement réduit, voire compensé, par des mesures sylvicoles. Cette démarche peut toutefois s'avérer complexe, comme l'illustre Kurt Bollmann à l'aide d'un exemple: «Dans les étages haut-montagnards, on s'attend à plus de feuillus avec le réchauffement climatique. Si le pic tridactyle devait s'y sentir encore dans son élément, il faudrait ne garder que des proportions minimales d'épicéas et de bois mort sur pied dans le peuplement, c'est-à-dire travailler à l'encontre de la nature et de sa dynamique.» Or, la politique forestière et la protection de la nature encouragent la régénération naturelle. «Pour soutenir le pic tridactyle, il faudrait au moins s'écarter en partie de cet objectif.» Les forestiers et propriétaires de forêt peuvent aussi agir en faveur des autres espèces étudiées: par exemple en créant plus de clairières de 0,1 ha au minimum dans le peuplement, ou en favorisant les myrtilles ou les épicéas à basses branches.

Niches écologiques pour le grand tétras et autres oiseaux

Pour leur étude, les chercheuses et chercheurs ont examiné 300 placettes en Forêt Noire, dans le Jura, les Préalpes septentrionales et les régions intra-alpines des Grisons. À l'aide de modélisations, ils ont établi quelles sont les répercussions de la structure et de la composition forestières, ainsi que du climat, sur la présence actuelle du pic tridactyle, du grand tétras, de la gélinotte des bois et de la chevêchette d'Europe. Ils ont calculé ensuite les impacts des conditions climatiques futures sur leur habitat, et

pronostiqué la répartition potentielle des espèces. Sans contre-mesures, leur nombre devrait nettement diminuer – de 20 à 40 % selon l'espèce. «C'est regrettable», selon K. Bollmann, «mais nous savons désormais comment nous pouvons amoindrir les répercussions négatives, et préserver les niches écologiques des espèces. Comment cela est-il possible? La recherche peut répondre à cette interrogation. Où est-ce proportionné? Voilà en revanche une question dont la réponse est du ressort de la société.» (bio)

www.wsl.ch/forest_climate

Les amphibiens nécessitent-ils des biotopes-relais supplémentaires pour traverser le paysage?

Les animaux évoluent dans un réseau invisible de corridors à travers le paysage. Ce réseau relie leurs habitats et permet ainsi les échanges de patrimoine génétique entre les populations. Ce flux génétique est nécessaire pour leur survie à long terme car il contribue à préserver la diversité génétique. Le milieu bâti et les routes fragmentent toutefois les corridors faunistiques, augmentant de ce fait le risque d'appauvrissement génétique. Les amphibiens sont particulièrement concernés par cette menace.

Dans le Projet GeneMig, des chercheurs en paysage et des généticiens du WSL travaillent en étroite collaboration afin de rendre possibles des mesures facilitant, pour les amphibiens, la traversée du paysage fortement marqué par l'être humain. À l'aide d'analyses génétiques, ils étudient la façon dont les populations de grenouilles et de tritons sont interconnectées. Il est ainsi possible de montrer les obstacles qui empêchent



Bien que de nombreux habitats existent pour les amphibiens, les ronds-points et les routes empêchent les animaux de migrer d'une zone humide à l'autre.

la migration et les endroits susceptibles d'accueillir des mesures de mise en réseau telles que des étangs supplémentaires comme biotopes-relais. Une première étude avec des grenouilles vertes indique que les autoroutes notamment représentent un obstacle presque insurmontable pour les amphibiens. (bzi)

www.wsl.ch/more/genemig-en



Expériences de fumigation au CO₂ effectuées sur 20 parcelles circulaires d'environ 1 m².

L'hiver 2013/2014 fut le troisième plus chaud en Suisse de ces 150 dernières années. Il s'inscrit dans la tendance: les scénarios climatiques prévoient une augmentation des températures pour la Suisse pouvant atteindre 4,8 °C d'ici la fin du XXI^e siècle. La raison principale de ce réchauffement est l'émission mondiale de gaz à effet de serre, de CO₂ en particulier. Les conséquences pour la végétation restent en maints endroits incertaines.

«Nous nous attendons à ce que les écosystèmes de haute altitude réagissent de façon particulièrement sensible au réchauffement climatique. Nombre de processus comme la croissance ou la reproduction y sont

limités en raison des faibles températures», explique Frank Hagedorn, chef du Groupe de recherche de Bio-géochimie au WSL. Afin de vérifier cette hypothèse, lui et d'autres chercheurs aménagèrent en 2001 un laboratoire en plein air au Stillberg près de Davos. Dans la zone de la limite de la forêt, ils exposèrent les pins de montagne et les mélèzes de 20 placettes à des concentrations élevées de CO₂, analogues à celles prévues dans 60 ans. De surcroît, à partir de 2007, ils réchauffèrent le sol en surface d'environ 4 °C. Vingt parcelles non traitées servirent de contrôle.

Cette expérience de réchauffement climatique est unique en son

genre pour l'habitat de la limite de la forêt, ce qui a donné lieu à toute une série de publications. Frank Hagedorn et ses collègues en ont publié deux en début d'année dans des revues spécialisées: l'une se concentre sur les microorganismes du sol, l'autre sur le régime hydrique des mélèzes.

Les sols comme sources de CO₂

Avec l'augmentation des températures dans le sol, les microorganismes sont devenus plus actifs et ont décomposé davantage de matière organique. L'expérience n'a provoqué aucun accroissement de carbone dans le sol, du fait par exemple d'une plus grande production de matériel végétal mort. Les microbes ont principalement extrait leur nourriture de l'ancien humus du sol. Cela signifie que les réserves de carbone des sols alpins à proximité de la limite de la forêt diminuent en présence d'un climat plus chaud. Une quantité encore supérieure de CO₂ agissant sur le climat est ainsi libérée dans l'atmosphère.

Les mélèzes gagnent en compétitivité

L'autre étude souligne que les mélèzes disposent d'un régime hydrique plus équilibré en présence d'une quantité supérieure de CO₂ par rapport aux concentrations actuelles. De concert avec Frank Hagedorn et d'autres chercheurs du SLF et du WSL, Melissa Dawes a enregistré, à l'aide de dendromètres, l'ampleur des modifications du diamètre du tronc des mélèzes lorsqu'ils évaporent de l'eau pendant la journée. Les mélèzes exposés à plus de CO₂ ont présenté des fluctuations moindres, et celles-ci sont intervenues plus tard dans la journée. Sur fond de réchauffement climatique, cette utilisation

plus efficace de l'eau pourrait leur fournir un avantage concurrentiel par rapport à d'autres essences.

Ces évaluations, et d'autres encore issues des expériences de fumigation sur 9 ans au Stillberg, permettent de mieux estimer les traces que le réchauffement climatique laissera dans nos écosystèmes alpins. *(chu)*

www.wsl.ch/more/stillberg-en



Un dendromètre enregistre l'ampleur des modifications du diamètre de l'arbre au fil de la journée.



Frank Hagedorn mesure les températures au sol avec un étudiant en master.

Photos: Kaspar Wetter, WSL; Nick Dawes, SLF

DÉVELOPPEMENT DU PAYSAGE Visions d'avenir pour le paysage à intégrer dans le développement territorial

«Nous voulons rester un village» – telle est l'affirmation qui ressort des quatre régions soumises aux études de cas du Programme du WSL «Les exigences spatiales de l'homme et de la nature». Ce Programme porte sur les questions suivantes: dans quel environnement les habitants souhaitent-ils vivre en Suisse? Qu'implique ce choix pour la nature et comment piloter le développement? Au cœur des considérations se trouve notamment l'espace périurbain – proche des centres urbains mais néanmoins à la campagne. Paysages naturels, centres de village attrayants et vie de village active, absence en revanche d'urbanisation débridée et de ville, voilà un résumé des souhaits émis. Comment le développement territorial peut-il être piloté de façon efficace? Un projet élabore un instrument pour contrôler l'exécution et l'efficacité de la planification directrice dans le domaine du paysage.

Un autre analyse les solutions potentielles aux conflits nés de l'utilisation du territoire, lorsque des terres agricoles doivent par exemple laisser la place à des bâtiments industriels ou d'habitation. «Lors de la résolution des conflits, les facteurs non quantifiables sont particulièrement importants», explique Corina Willi, collaboratrice au projet: «Pour une solution constructive, il est décisif que tous les acteurs soient impliqués à temps et informés de façon transparente.» Avec un collègue, elle a rédigé un guide pratique accompagné de divers outils de travail. «Un précieux instrument», selon Silvia Tobias, Directrice du Programme. «Les urbanistes bénéficient ainsi des expériences de leurs collègues, ainsi que des connaissances issues de la recherche.» (bio)

www.wsl.ch/more/exigencespatiale



Visions d'avenir en phase avec les lieux, développées dans des groupes de travail – ici à Glaris Nord – visions d'avenir immédiatement visualisées. Le WSL recherche les moyens de les concrétiser.

Photo: Jonas Christen, ZhdK VSV

Prairies sèches riches en espèces: une planification optimale à l'ordinateur des zones protégées

La disparition des espèces est un mouvement dont la fin n'est pas encore en vue. Mais les moyens financiers pour la protection de la nature sont limités. Aussi faut-il définir des priorités afin d'investir l'argent au mieux. En effet, il serait illusoire de vouloir sauvegarder de façon équivalente tous les animaux et les plantes menacés. Mais comment trouver un nombre optimal de zones protégées afin de garantir un maximum de biodiversité?

Des chercheurs du WSL ont testé pour la Suisse un logiciel reconnu au niveau international qui permet de planifier et d'optimiser systématiquement les zones protégées (MARXAN). Les prairies et pâturages secs de Suisse, menacés par l'abandon de l'exploitation et par le reboisement, ont servi d'objets-tests.

Grâce à MARXAN, les chercheurs ont émis des propositions concernant les prairies à délimiter comme zones protégées. L'objectif est d'abriter un ensemble déterminé de 136 espèces végétales des prairies sèches, et de réduire les coûts d'entretien et le risque de reboisement.

Le résultat: dans le contexte actuel, l'algorithme a identifié des zones indispensables à la biodiversité maximale qui englobent environ 25 % des prairies sèches protégées. Dans ces zones, se retrouvent de 95 à 100 % des espèces végétales sélectionnées. Protéger les zones indispensables n'équivaut toutefois pas encore à préserver la richesse en espèces des prairies sèches, car nombre d'espèces rares sont souvent trop peu présentes. C'est pourquoi il est impossible de renoncer aux 75 % restants des prairies sèches protégées.

Même si MARXAN ne fournit que des résultats théoriques et laisse de côté plusieurs aspects comme l'interconnexion des habitats, il représente un précieux outil de planification pour les praticiens de la protection de la nature. Grâce à lui, les décideurs pourraient planifier de façon plus ciblée un réseau de zones protégées. *(bzi)*

www.wsl.ch/more/marxan-en



Les prairies sèches abritent des espèces végétales rares. Elles sont pour cette raison souvent protégées afin de préserver la richesse en espèces.

La composition du groupe influe sur le risque d'accidents d'avalanche



La dynamique du groupe a des effets dont l'influence peut être grande sur les risques d'avalanche encourus par les sportifs d'hiver.

Dans les terrains avalancheux, la plupart des sportifs d'hiver se déplacent en groupes. Benjamin Zweifel étudie dans sa thèse de doctorat la façon dont la dynamique à l'intérieur d'un groupe influence le comportement et les décisions de celui-ci avant et pendant la randonnée. Son étude s'appuie sur des entretiens exhaustifs, réalisés juste après une randonnée ou une descente, avec trente groupes environ composés d'une palette différente de randonneurs et de pratiquants de hors-piste. Ses questions portèrent sur la composition du groupe, le chef et sa façon de diriger, et sur la prise de décision à l'intérieur de cette entité. Grâce aux réponses, B. Zweifel identifia des modes comportementaux typiques. Ainsi, les groupes dont la

composition est inchangée depuis des années font généralement preuve d'un comportement décisionnel plus efficace que ceux spontanément constitués. Plusieurs sondés évitent délibérément les personnes qu'ils perçoivent comme casse-cou. Afin que ses résultats puissent être utilisés par les praticiens, B. Zweifel veut désormais développer un examen du profil de risques du groupe facilement applicable. À l'avenir, les groupes pourront ainsi évaluer leur comportement sur la base de problématiques types. (mhe)

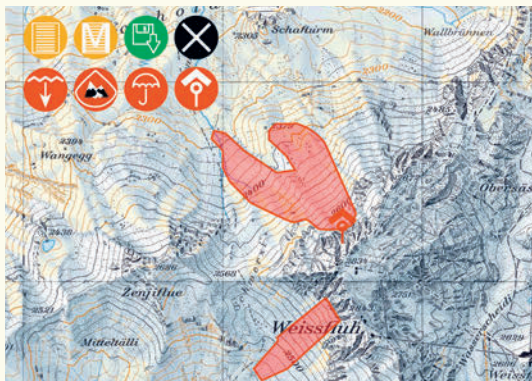
www.slf.ch/more/dynamiquedegroupe

Le risque d'avalanche évalué grâce au plus proche voisin

L'hiver, les responsables en matière de sécurité des domaines skiables, des zones d'habitation et des voies de communication sont confrontés chaque matin aux questions suivantes: quelle est l'ampleur du danger d'avalanche? Doit-on déclencher des avalanches à l'aide d'explosifs et fermer des pistes de ski ou des routes? Depuis plus de dix ans, certains d'entre eux utilisent le modèle de prévision d'avalanches NXD2000 du SLF. Toutefois, les besoins des clients se sont accrus. «Pour cette raison, nous avons retravaillé le modèle et l'avons équipé de fonctionnalités SIG», explique Simon Pertschy, ingénieur logiciel au SLF. Des clients sélectionnés disposent déjà cet hiver de la nouvelle version ProNXD. Dès 2016, l'application web sera disponible au SLF.

Pour décrire la situation avalancheuse, l'application est en quête du «plus proche voisin»: dans une base de données comportant des données nivologiques et météorologiques, elle recherche les jours aux conditions les plus similaires. Quels jours une même quantité de neige fraîche est-elle tombée, quand le vent a-t-il transporté une quantité équivalente de neige, ou encore quand des températures comparables régnaient-elles? Le modèle énumère ces jours et documente la situation avalancheuse d'alors: où des avalanches se sont-elles déclenchées, à quels endroits des opérations de minage ont-elles eu lieu et où celles-ci ont-elles effectivement provoqué des avalanches?

Les informations aident les responsables en matière de sécurité à mieux évaluer le danger d'avalanche



ProNXD permet d'effectuer une représentation claire et rapide des événements avalancheux antérieurs, ou encore des opérations de minage.

momentané et, si nécessaire, à prendre les bonnes mesures. La nouvelle version offre ainsi de nombreux avantages. En tant qu'application web, il est possible de consulter ProNXD partout. En plus des tableaux disponibles jusque-là, des cartes indiquent désormais les endroits où l'activité avalancheuse était élevée par le passé, et ceux où les opérations de minage furent un succès.

Venant s'ajouter aux prévisions avalancheuses, l'application offre la possibilité de recenser efficacement les observations d'avalanches ainsi que les données sur les opérations de minage, et de les relier à des données géographiques. ProNXD permet aussi d'évaluer plus facilement les données. «Afin de bien interpréter les nombreuses informations, une certaine expertise est toutefois nécessaire, jointe à la nouvelle aide à la décision», souligne S. Pertschy. (bzi)

www.slf.ch/more/pronxd-en

UTILISATION DURABLE DES RESSOURCES Mesure de l'équivalent en eau du manteau neigeux à l'aide du géoradar

Deux chercheurs du SLF marchent dans la vallée de la Dischma près de Davos. À un rythme régulier, ils tirent une luge bleue d'expédition sur la neige qui commence à fondre doucement sous l'intensité du soleil printanier. Une bâche rouge recouvre la luge remplie à ras bord d'instruments de mesure. «Grâce à la luge radar que nous avons développée, nous pouvons non seulement mesurer la hauteur de la neige mais aussi, et surtout,

nit la quantité d'eau qui se forme lorsque le manteau neigeux fond dans sa totalité. Il s'agit d'une grandeur importante – et pas seulement pour les nivologues –, car elle permet de prévoir les quantités d'eau de fonte des neiges.

Afin de mesurer l'équivalent en eau de la neige avec efficacité et précision, les chercheurs utilisent un géoradar. Même si ce système de mesure n'est pas nouveau en nivologie, les chercheurs du SLF ont dû relever quelques défis ces deux dernières années pour développer un système utilisable par les praticiens. Ils ont tout d'abord construit un système porteur au niveau de la luge d'expédition qui rende possible le recours au radar dans un terrain enneigé. Afin de pouvoir effectivement déterminer les propriétés recherchées de la neige, ils ont dû de plus développer et valider de nouvelles méthodes pour l'évaluation des données. Aujourd'hui, la luge radar est déjà utilisée dans différents projets de recherche qui étudient par exemple la répartition de la neige en forêt ou des épisodes de pluie sur neige. *(mhe)*

www.slf.ch/more/georadar-fr



Des chercheurs du SLF utilisent le radar nouvellement développé afin de mesurer l'équivalent en eau du manteau neigeux.

déterminer son équivalent en eau», explique Tobias Jonas, chef du Groupe Hydrologie nivale au SLF. L'équivalent en eau de la neige défi-

Résultats actuels de l'Inventaire forestier national IFN disponibles sur Internet



Relevé par échantillonnage de l'Inventaire forestier national IFN effectué depuis 1983 par le WSL et l'Office fédéral de l'environnement OFEV.

La surface forestière et le volume de bois continuent d'augmenter. La diversité des espèces ligneuses et des différents habitats en forêt progresse elle aussi à nouveau par endroits, notamment en raison de la quantité

croissante de bois mort, habitat précieux pour de nombreuses espèces animales, végétales et fongiques. Telles sont, parmi tant d'autres, les connaissances fournies par le dernier IFN (2009/2013). Plusieurs milliers de tableaux et de cartes présentant les résultats actuels sur les ressources forestières, la production de bois et la biodiversité, ainsi que sur l'état de la forêt de protection et la fonction récréative, seront disponibles sur Internet dès l'automne 2014. Les résultats de cet inventaire systématique par échantillonnage reposent sur une saisie des données de quelque 3700 placettes en forêt sur un total de 6500 en Suisse. Ils s'appuient sur l'interprétation de photographies aériennes, sur des relevés en forêt, des enquêtes auprès des services forestiers cantonaux, ainsi que sur des modélisations. Les résultats sont intégrés dans le deuxième Rapport forestier suisse qui paraîtra en 2015. (rlä)

www.lfi.ch/resultats

Transition énergétique: comment résoudre les conflits avec la protection du paysage?

Si la Suisse mise de plus en plus sur les énergies renouvelables, des conflits avec le paysage surviendront inéluctablement. Comment réussir à les limiter? Quelles seront les répercussions de la transition énergétique sur les loisirs, le tourisme et les paysages? Lors du «Forum für Wissen» du 25 novembre prochain, les Vice-Directeurs de plusieurs Offices fédéraux, des chercheurs et des politiciens ré-

pondront à des questions pressantes. À des stands d'information seront de plus présentés des pistes de solution pratiques ainsi que des projets et produits novateurs en vue d'une transition énergétique respectueuse de l'environnement et du paysage. (rlä)

www.wsl.ch/more/forum2014-fr

Martine Rebetez,
Birmensdorf/Neuchâtel

«Ici, au bord du lac de Neuchâtel, j'aime l'harmonie qui émane des plans successifs du paysage: le lac, les collines boisées, les Alpes, de la Jungfrau au Mont-Blanc, et le ciel avec les nuages. Dans ce lieu de détente proche de nos bureaux à l'Université, on voit les Alpes, où je passe une grande partie de mes loisirs.»

CLIMATOLOGIE APPLIQUÉE

Martine Rebetez est titulaire d'une chaire de climatologie appliquée conjointe à l'Université de Neuchâtel et au WSL. Elle étudie les changements climatiques et leurs conséquences dans des domaines allant des écosystèmes forestiers au tou-

risme en montagne. «Nos paysages, le fonctionnement de nos sociétés, nos activités quotidiennes et nos relations internationales vont évoluer. Plus nous anticiperons ces changements, mieux nous pourrons nous y adapter.»

A photograph of Martin Hiller, a man with glasses and a brown jacket, standing on a rocky outcrop. He is smiling and looking towards the camera. The background shows a vast mountain landscape with a valley, a town, and distant mountains under a cloudy sky. A large evergreen tree is on the left side of the frame.

Martin Hiller, Davos

«La nature est au cœur de mes loisirs. J'aime venir dans des endroits comme le Büelenberg qui offrent un magnifique panorama. Je ne me lasse pas de regarder au loin et d'apercevoir à une certaine distance le fond de la vallée. C'est moins, à chaque fois, l'ascension du sommet qui me comble que cette immensité.»

TECHNIQUE DE MESURE POUR LA RECHERCHE

La recherche en montagne nécessite des appareils de mesure sophistiqués. En tant qu'électro-ingénieur, Martin Hiller construit depuis plus de trente ans des capteurs de mesure et des appareils de saisie des données pour de nombreux projets, notamment pour le site d'essais d'ava-

lanche de la Vallée de la Sionne. «Nous élaborons des solutions qui sont toujours adaptées aux exigences individuelles. En effet, au fil des années, ces installations doivent fonctionner de façon fiable dans des conditions difficiles comme le froid et la neige.»

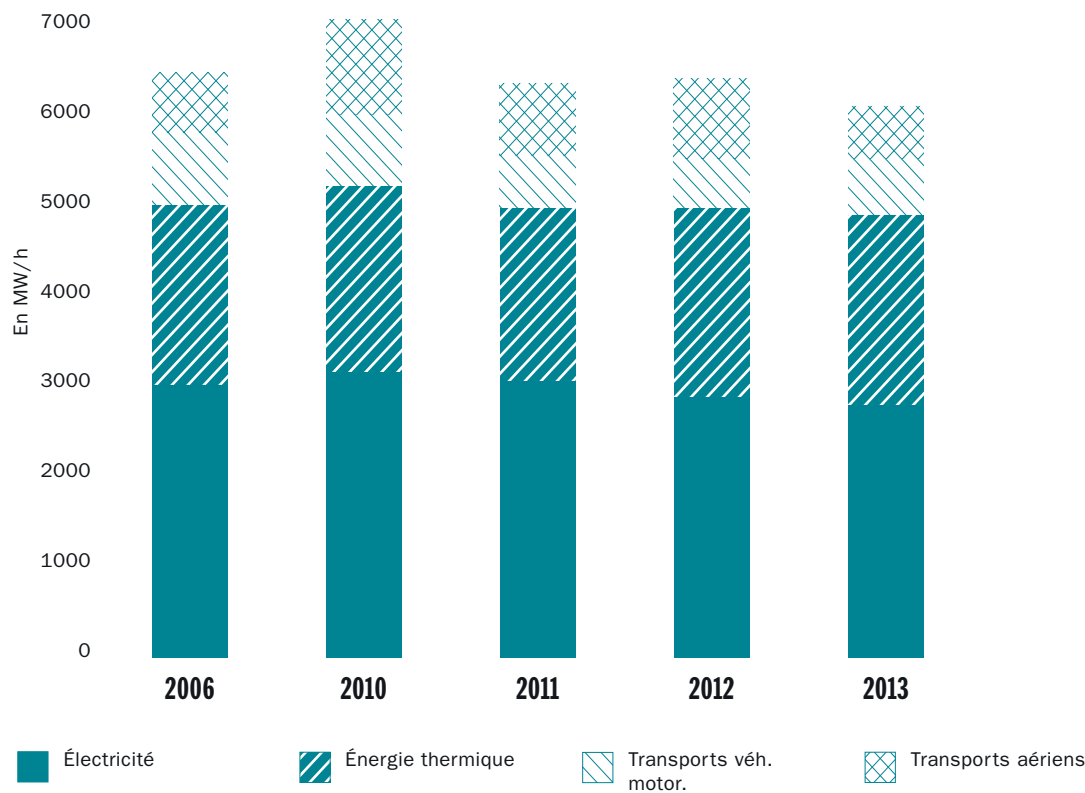
En tant qu'Institut de recherche environnementale, il est dans notre intérêt de saisir notre propre empreinte écologique et de l'améliorer en continu. En 2006, le WSL se fixait déjà des objectifs environnementaux ambitieux, démarche que soutient RUMBA, le système de gestion des ressources et de management environnemental de l'Administration fédérale et de l'Agence de l'énergie pour l'économie. Jusqu'en 2020, le WSL jouera aussi son rôle de modèle dans le cadre de la stratégie énergétique de la Confédération, et appliquera plusieurs mesures d'efficacité dans les domaines du bâtiment, de la mobilité et de l'informatique.

Les objectifs suivants furent définis en 2006: réduire la consommation de chaleur de 40 % d'ici 2020, celle d'électricité de 10 % par collaborateur d'ici 2016 et celle de carburant aux 100 km de 20 % d'ici 2020. Nous sommes

sur la bonne voie: le site de Davos utilise 21,4 % de chaleur en moins qu'en 2006, et pour l'électricité, nous avons déjà économisé 23,4 % en 2013 par rapport à 2006, électricité que le WSL tire exclusivement de sources renouvelables.

En plus des aspects écologiques, la sécurité et la santé au travail jouent un rôle important au WSL, où nombre de collaborateurs exercent dans des zones peu praticables leurs activités sur le terrain. Grâce à des directives, des informations et des mesures spécifiques de sécurité, les accidents professionnels sont rares et de gravité inférieure à la moyenne. Afin de soutenir aussi ses collaborateurs en dehors du temps de travail, le WSL organise périodiquement une Journée de la sécurité et de la santé accompagnée d'offres comme des tests auditifs ou cardio-vasculaires, ou encore des mesures de la fonction pulmonaire. *(azu)*

Consommation énergétique totale du WSL





À l'aide de scanners laser, les chercheurs relèvent les modifications de volumes et de mouvements des parois rocheuses, comme ici au Ritzlihorn. Cette démarche aide à comprendre la formation des laves torrentielles et des éboulements.

Chaque année, l'Inventaire forestier national mesure environ 9000 arbres; l'hiver, le SLF effectue des relevés quotidiens de neige fraîche et de la hauteur de neige au Weissfluhjoch. À certains endroits, des données sur la croissance et le rendement de la forêt ont parfois déjà été saisies depuis 125 ans. De nombreux autres programmes d'observation à long terme génèrent de véritables flux de données. Qu'advient-il de celles-ci? Pourquoi un investissement d'une telle envergure? Et quel lien avec la recherche? Le prochain numéro de DIAGONALE sera consacré au thème du «monitoring» et livrera les réponses à ces questions.

SERVICE D'ABONNEMENT

Possibilité de s'abonner gratuitement à DIAGONALE: www.wsl.ch/diagonale

Pour obtenir des exemplaires individuels:
Institut fédéral de recherches WSL
Zürcherstrasse 111,
CH-8903 Birmensdorf
eshop@wsl.ch; www.wsl.ch/eshop

IMRESSUM

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

Texte et rédaction:
Kathrin Brugger (kbr), Sandra
Gurzeler (sgu), Martin Heggli (mhe),
Christine Huovinen (chu), Reinhard
Lässig (rlä), Birgit Ottmer (bio),
Gottardo Pestalozzi (gpe), Bärbel
Zierl (bzi), Andreas Zurlinden (azu)

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.

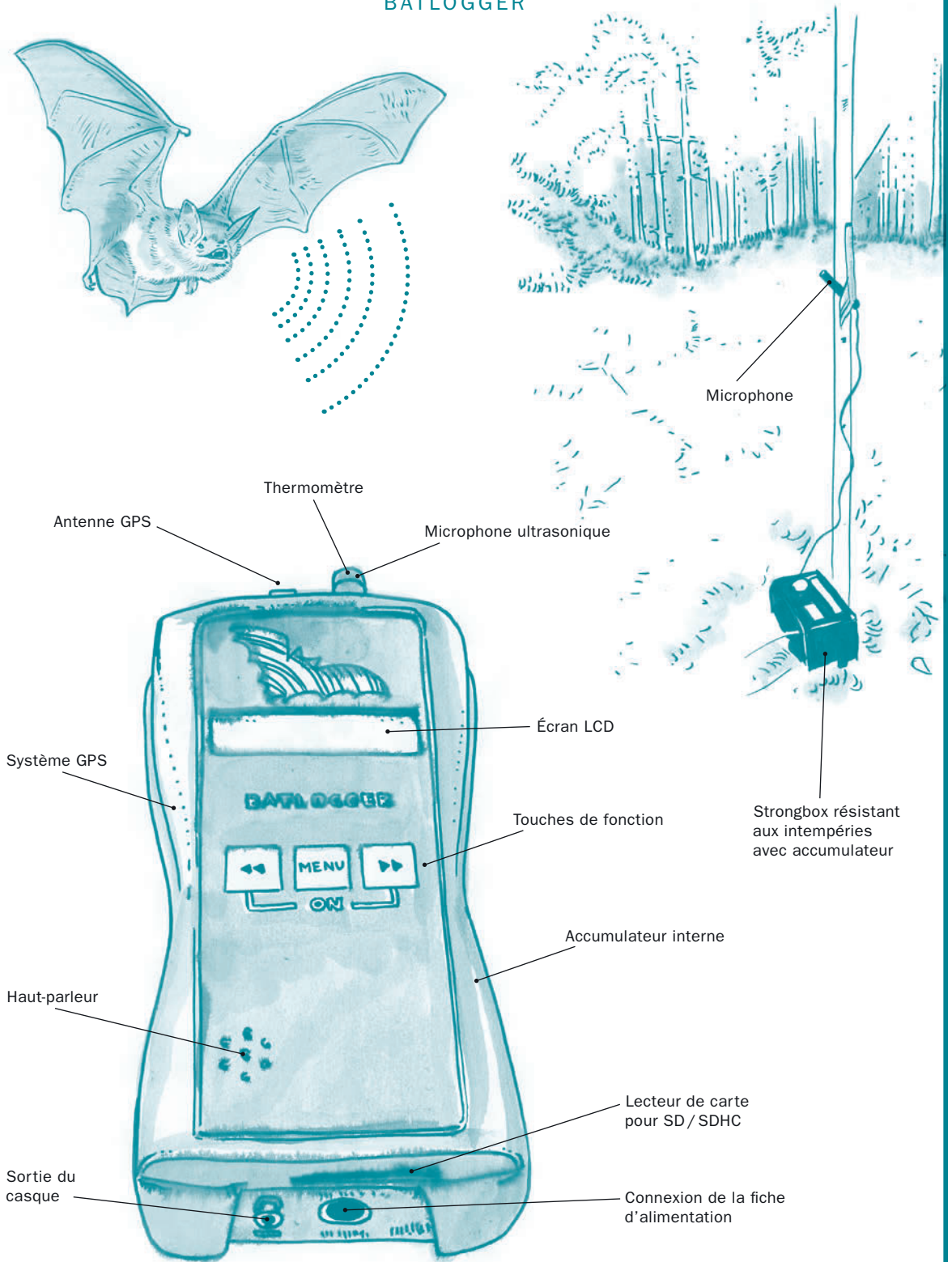
Référence bibliographique:
Institut fédéral de recherches WSL
2014: Magazine du WSL Diagonale,
2/14. 36 p. ISSN 2296-3596

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

BATLOGGER



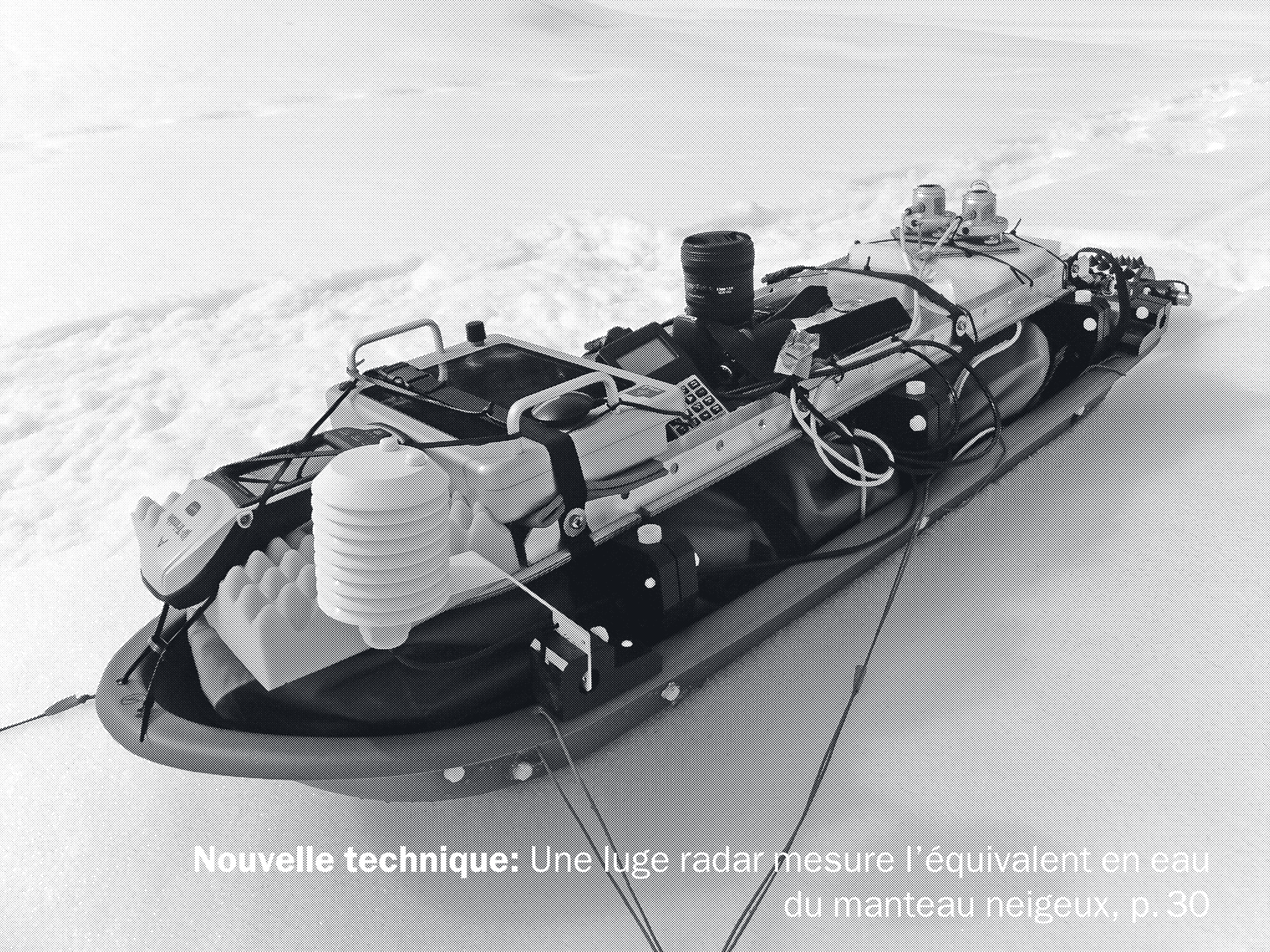
Grâce à l'appareil high-tech BATLOGGER codéveloppé par le WSL, les chercheurs spécialistes des chauves-souris peuvent enregistrer en temps réel les cris ultrasons des chauves-souris, inaudibles à l'oreille humaine, les géoréférencer avec précision grâce à un système GPS intégré, et les attribuer aux espèces à l'aide du logiciel BATSCOPE développé au WSL. Les chercheurs apprennent ainsi à mieux connaître les habitudes de chasse des chauves-souris – une condition importante pour pouvoir assurer une meilleure protection des espèces menacées.

Vidéo à l'adresse: www.wsl.ch/schmilblick



Stillberg:

Expérience de fumigation au CO₂ à la limite de la forêt, p. 24



Nouvelle technique: Une luge radar mesure l'équivalent en eau
du manteau neigeux, p. 30

SITES

Birmensdorf

Institut fédéral de
recherches 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 pour l'étude de
la neige et des avalanches
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

Institut fédéral de
recherches 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.

