

DIAGONALE

THÈME CENTRAL

Pour que la forêt et nous restions en bonne santé

N° 1
21

Urbanisme:

accorder un rôle plus important au paysage, p. 24

Nouveau livre:

sur les sentiers valaisans de la recherche, p. 26

Effondrement

glaciaire: des expertises pour une sécurité accrue, p. 31

ÉDITORIAL

Chère lectrice, cher lecteur,
La forêt est bénéfique à l'être humain – notamment en cette période de pandémie de coronavirus, des études du WSL l'ont démontré. Mais même si la Covid-19 est omniprésente et la santé humaine indéniablement primordiale, d'autres organismes, voire des écosystèmes dans leur ensemble, sont régulièrement confrontés à des problèmes sanitaires. Comment les arbres et la forêt gèrent-ils des défis déjà bien connus tels que le scolyte, ou de nouvelles maladies et les impacts négatifs du changement climatique? Différents articles de ce Magazine traitent de cette question.

Nous ne laissons toutefois pas la santé humaine de côté dans ce numéro. Dans le pergélisol, des bactéries et des champignons à effet antibiotique inconnus à ce jour attendent d'être découverts – nos spécialistes des microorganismes du sol sont sur leurs traces. Leur travail, comme celui de tous les autres chercheurs du WSL, contribue à une meilleure compréhension des processus à l'œuvre dans la nature – pour le bien-être de l'être humain et de l'environnement.



Christoph Hegg
Acting Director WSL



La santé



LA FORÊT, UNE MALADE CHRONIQUE?

Changements climatiques, polluants, ravageurs: la forêt est confrontée à des défis majeurs. Comment le WSL l'aide-t-il à y faire face?

→ **2**

THÈMES-CLÉS

20 FORÊT

24 PAYSAGE

27 BIODIVERSITÉ

31 DANGERS NATURELS

32 NEIGE ET GLACE



DES ENQUÊTEURS SUR LES MALADIES DES ARBRES

Dans le laboratoire phytosanitaire, des scientifiques du WSL passent au crible des agents pathogènes nouvellement survenus et cherchent des moyens de les combattre.

→ **8**



LA NATURE, SOURCE DE SANTÉ

L'exercice physique dans la nature est un baume pour le corps et pour l'esprit

– vraiment? Deux spécialistes, en psychologie de l'environnement et en médecine préventive, débattent de ce sujet.

→ **13**



LA MÉDECINE ISSUE DU FROID

Dans le pergélisol vivent des microorganismes susceptibles de produire de nouveaux antibiotiques dont la nécessité est urgente. Des chercheurs du WSL sont sur leurs traces.

→ **18**

PORTRAITS

19 Karin von Känel, chimiste

23 Lukas Dürri, prévisionniste d'avalanches

34 Fabian Bernhard, ingénieur environnemental

35 IMPRESSUM, À L'HORIZON

36 LE SCHMILBLICK: Le radiomètre

LA SANTÉ DE LA FORÊT Pluies acides, scolytes, dégâts dus à la sécheresse: nos forêts sont sans cesse confrontées à de nouveaux défis – tout comme la recherche du WSL.

La forêt, une maladie chronique?

La «mort des forêts» et les «pluies acides» préoccupent le grand public. Hans Zehnder, inspecteur des forêts d'arrondissement, montre à un groupe de visiteurs les symptômes probablement causés par les gaz d'échappement à haute teneur en soufre.





Au début des années 1980, les forestiers ont observé des chutes d'aiguilles significatives et progressives chez les sapins et les épicéas.

La «mort des forêts» a joué un rôle dans la mise en œuvre de l'ordonnance sur la protection de l'air en 1985. Celle-ci a permis l'introduction de mesures telles que les catalyseurs pour les voitures ou le mazout désulfuré, ainsi que les valeurs limites d'émission.

Möhlin AG, 7 mai 1983.

Photo: KEYSTONE/Sir

Quelque part dans le canton de Zurich: un reporter moustachu aux cheveux longs se promène en forêt en compagnie d'un forestier en costume cravate. «Ce sapin blanc a perdu presque toutes ses aiguilles et aura dépéri prochainement», explique le forestier. Mouvement panoramique de la caméra vers les sapins chétifs, sur fond de musique stridente. «La forêt est malade, elle souffre. Les dégâts sont alarmants en Suisse également. Que faire?», interroge le commentateur. Cette scène, diffusée par la télévision suisse dans une émission sur la «mort des forêts», date de 1983.

À cette époque, les scientifiques étaient tout d'abord perplexes: comment interpréter ces nombreux houp-piers défoliés – symptôme principal de la «mort des forêts»? On a soupçonné les gaz d'échappement avec leurs composants soufrés d'en être responsables, eux qui gagnent les forêts sous forme de «pluies acides», affaiblissent les arbres et les rendent vulnérables à la sécheresse et aux ravageurs. Impossible toutefois de corroborer cette hypothèse, les données comparatives issues du passé faisant défaut.

Afin de combler ce manque, le WSL a lancé l'inventaire Sanasilva (en latin: «forêt saine») en 1984. Depuis lors, le WSL contrôle chaque année l'état de la forêt sur des placettes forestières, une cinquantaine à ce jour. Comme symptôme de maladie, simple à évaluer, les chercheurs ont choisi la perte d'aiguilles ou de feuilles. La limite à partir de laquelle un arbre est considéré comme endommagé a été fixée à 25 % de déficit foliaire.

La définition d'un arbre sain ou d'une forêt saine est une question qui mobilise le WSL depuis sa création en 1885. Jadis, les forêts étaient déjà sources de préoccupations. Dans les

montagnes notamment, elles étaient pillées et surexploitées. En 1876, après de graves inondations, la Suisse se dota d'une loi, alors révolutionnaire, sur la police des forêts qui marquait le début de leur exploitation durable. Elle fonda la «Station centrale d'essais forestiers», le prédécesseur du WSL, dont le mandat consistait à «fournir une base solide à la foresterie».

Les chercheurs ont rapidement installé des placettes d'observation permanente et y ont mesuré la croissance, la composition et l'état des forêts en vue de planifier l'exploitation du bois. Ils ont aussi mis en évidence les rapports entre la forêt et les avalanches, les glissements de terrain et les crues. Une forêt «saine» était jadis définie comme une forêt qui fournissait du bois à l'être humain et qui le protégeait des dangers naturels. Mais lorsque dans les années 1980 la pollution atmosphérique a sévi, il est apparu que l'on manquait de connaissances fondamentales pour répondre à la question: pourquoi les arbres tombaient-ils malades? C'est pourquoi le Projet de recherche à long terme sur les écosystèmes forestiers (LWF) a été lancé peu après Sanasilva. Depuis 1994, sur près de vingt placettes test réparties dans toute la Suisse, le WSL effectue des relevés sur les influences environnementales, les polluants ainsi que sur la réaction des arbres, grâce à toute une batterie d'appareils de mesures.

Les données collectées ont rapidement prouvé que la forêt, certes endommagée, n'était pas menacée dans son existence immédiate – on n'assistait donc pas à une «mort des forêts». Mais dans les années 1980, en l'absence de valeurs de référence sur l'état de la forêt, les scientifiques et le grand public eurent l'impression que la quantité d'arbres affaiblis, voire dépérissants, était énorme.

Les arbres morts sont sources de nouvelle vie

Depuis lors, la perception de la santé de la forêt a fortement évolué. «Lors de la mort des forêts, on ne se concentrait que sur les arbres», constate Andreas Rigling, ingénieur forestier et membre de la Direction du WSL. «Aujourd'hui, nous prenons aussi en considération les organismes du sol, c'est-à-dire l'écosystème dans son ensemble.» Or le dépérissement des arbres en fait aussi partie. Lorsqu'ils s'effondrent, les arbres laissent de la place aux recrûs et aux espèces animales et végétales photophiles, à l'image des orchidées ou de la bécasse des bois. De surcroît, on estime qu'un organisme forestier sur trois est tributaire du bois mort, qu'il s'agisse de champignons lignivores, de coléoptères saproxyliques ou de pics. Depuis 2005, l'Inventaire forestier national mené par le WSL, saisit le volume de bois mort en tant que composante importante de l'écosystème forestier.

Une certaine proportion d'arbres morts est donc normale et même souhaitable. Il n'est toutefois pas si simple de définir une forêt saine. Cette définition dépend en effet de nos attentes. Une forêt peut être dite en bonne santé si elle fournit suffisamment de bois, mais encore si elle protège efficacement contre les avalanches ou offre à ses visiteurs des occasions de se détendre. Selon la région, les forêts suisses doivent remplir simultanément plusieurs fonctions – protection contre les dangers naturels, approvisionnement en bois, lieu de détente, habitat pour la faune et la flore, puits pour les gaz à effet de serre, filtre d'eau et d'air. L'objectif est de disposer de forêts multifonctionnelles, bien qu'avec une pondération diverse de ces fonctions.

Où agir? À quel niveau? Et quel prix est-on prêt à payer? Les spécialistes se posent constamment ces questions. Il est évident qu'il faut faire quelque

Pour de plus amples informations sur l'Inventaire Sanasilva et le Projet de recherches à long terme sur les écosystèmes forestiers LWF:
www.wsl.ch/sanasilva-fr
www.wsl.ch/lwf-fr

chose à l'encontre des polluants ou des maladies introduites. «Mais rien qu'au niveau des scolytes indigènes, les avis divergent», explique Eckehard Brocke-rhoff, spécialiste des insectes forestiers et chef de l'Unité de recherche Santé des forêts et interactions biotiques. Quelle quantité de dégâts de défoliation peut-on et doit-on tolérer? Grâce à des diagnostics et à des modèles informatiques, le WSL aide les forestiers à les endiguer là où les prestations de la forêt sont menacées (voir la page 16).

Les crises à venir

En plus des scolytes, la forêt doit affronter d'autres problèmes. Car même si les mesures de protection de l'air ont fortement réduit les dépôts de polluants atmosphériques, les atteintes subies par les forêts du fait de l'azote et de l'ozone issus de l'agriculture et des processus de combustion, sont toujours critiques à maints endroits. «Nous nous sommes certes débarrassés des pluies acides mais les sols sensibles continuent de s'acidifier en raison des dépôts élevés d'azote», déclare Peter Brang, ingénieur forestier et expert du climat et du changement climatique au WSL. Malgré des contrôles aux frontières, nous sommes parfois impuissants face aux nombreux ravageurs et plantes invasifs qui affluent dans notre pays du fait du commerce international. Depuis 2014, le WSL exploite un laboratoire de haute sécurité afin de diagnostiquer ces derniers, de les examiner et de rechercher des solutions naturelles pour lutter contre eux (voir la page 8).

Sans oublier le changement climatique. Il progresse à une vitesse telle que la capacité naturelle d'adaptation des écosystèmes forestiers est incapable de tenir le rythme. C'est ce qui est apparu lorsqu'en été 2018, de nombreux arbres se sont desséchés. «Nous devons faire tout notre possible pour garder des forêts stables à l'avenir», déclare Andreas Rigling. Des forêts aux structures et aux essences diversifiées peuvent mieux résister aux ravageurs, aux tempêtes et autres aléas. Des soins sylvicoles axés sur l'avenir et proches de la nature peuvent accélérer cette résistance et être bénéfiques. «En parallèle, il faut veiller à ce que la jeune forêt puisse croître dans des conditions diversifiées», précise Peter Brang. Or les cerfs et les chevreuils en nombre excessif affectionnent les pousses des essences d'avenir, tolérantes au climat futur, comme le chêne ou le sapin blanc.

Pour toutes ces problématiques, le WSL est là pour son aide et ses conseils. Des économistes calculent les coûts du maintien de prestations forestières et définissent à cet effet les moyens d'indemniser les propriétaires de forêt. Des spécialistes identifient les essences capables de supporter le climat futur: au sein d'un nouveau projet de grande envergure, Peter Brang, Kathrin Streit et leur équipe plantent plus de 50 000 arbres aux quatre coins de la Suisse afin de suivre leur croissance de près au cours des trente prochaines années.

La «mort des forêts» des années 1980 a toutefois montré que des actions rapides étaient possibles. Les arbres malades ont interpellé les politiciens et la population à un tel point qu'en un temps record ont été introduits des prescriptions sur la protection de l'air, du mazout désulfuré, des filtres de gaz de combustion et des catalyseurs dans les voitures. Pour pouvoir réagir de façon ciblée aux crises à venir, des connaissances solides sont nécessaires. C'est pour cette raison que le WSL continuera à étudier la santé de la forêt. (bki)



Dans le projet «Healthy Alps», le WSL a étudié avec l'Université d'agronomie de Vienne le lien entre la biodiversité et le bien-être et la santé des êtres humains. Vingt-deux volontaires ont passé une période de temps déterminée dans différentes prairies alpines.



Les participants ont indiqué pouvoir mieux réduire leur niveau de stress dans la prairie exploitée, moins riche en espèces, que dans celle délaissée par l'exploitation.



La performance cognitive des participants était meilleure après un séjour dans la prairie plus riche en espèces, délaissée par l'exploitation, que dans une prairie exploitée.



Les prairies alpines riches en espèces, de même que celles qui le sont moins, semblent avoir un impact positif sur la santé et le bien-être. Une diversité élevée n'est donc pas pour autant synonyme d'influence plus positive.

Grosses Walsertal (A).

Enquête sur un nouveau pathogène. Coléoptères, champignons, bactéries – la Suisse compte de plus en plus de ravageurs des arbres. Les chercheurs du laboratoire phytosanitaire du WSL identifient de nouveaux pathogènes et évaluent la nécessité ou non de mesures de lutte, qui seraient à définir – comme ce fut récemment le cas pour une espèce de champignon nouvellement découverte.

Les petits points orange sur l'écorce sont assez esthétiques. Mais pour le charme provenant du Jura près de Delémont, d'où a été extraite cette branche de la taille de la partie supérieure d'un bras, ils n'ont rien de positif. Les pustules ont en effet été causées par un champignon qui rend l'arbre malade. Ludwig Beenken, spécialiste en pathologie forestière dans le Service Protection de la forêt suisse au WSL à Birmensdorf, redépose la branche infestée sur la table du laboratoire avant de prendre un autre échantillon: un morceau d'écorce issu de la forêt alluviale près de Brugg. On y remarque aussi les pustules orange. De même que sur un morceau de tronc provenant de stocks en Argovie, ou sur une branche originaire d'une forêt près de Neuchâtel. Le pathogène s'appelle *Cryphonectria carpinicola* – «*carpini*» est le nom latin du charme, «*cola*» signifie «pousse sur». Jusqu'à ces derniers mois, on n'en savait d'ailleurs pas plus sur ce champignon, les chercheurs venant juste de le découvrir et de le qualifier de nouvelle espèce.

Découverte par hasard près d'un cimetière

Parmi les centaines de ravageurs différents des arbres, les champignons font partie des plus dangereux: les plus agressifs parmi eux peuvent entraîner le dépérissement complet des arbres en quelques mois. Valentin Queloz, chef du Service Protection de la forêt suisse, a découvert pour la première fois en Suisse ce nouvel «accusé» en janvier 2021 – par hasard, alors qu'il était sur les traces d'une autre maladie phytosanitaire près d'un cimetière à Bâle. Il a alors photographié le champignon et en a extrait un échantillon. «Dans le laboratoire phytosanitaire, nous avons commencé le travail de détective», explique-t-il. Le champignon est-il déjà connu, a-t-il déjà été détecté en Suisse et à quel point est-il agressif ?

Pour répondre à ces questions, Ludwig Beenken a tout d'abord étudié au microscope la morphologie du champignon, c'est-à-dire la structure de ses tissus, soit ses filaments et ses spores. Moyen pour l'expert de reconnaître la plupart des champignons lignivores connus, et par là même de savoir s'il a sous les yeux une espèce à ce jour inconnue. Les chercheurs ont de plus cultivé le champignon en laboratoire: à l'aide d'une pincette, Ludwig Beenken a pris un minuscule morceau de l'une des pustules et l'a déposé dans une boîte de Petri sur un terreau fertile.

Pour de plus amples informations sur le laboratoire phytosanitaire du WSL: www.wsl.ch/laboratoire-phytosanitaire



Observation des gènes: Carolina Cornejo, chercheuse au WSL, analyse l'ADN isolé du champignon dans le laboratoire de diagnostics.

Quelle est l'origine du nouveau champignon?

Dans un laboratoire un étage plus bas, Carolina Cornejo soulève le couvercle de l'une des nombreuses boîtes de Petri, empilées sur les tables, qui abritent de telles cultures fongiques. Le terreau fertile est entièrement recouvert d'une masse orange et jaune. «*Cryphonectria carpinicola*», affirme-t-elle. La biologiste a pour tâche d'isoler et d'étudier le matériel génétique des pathogènes bactériens ou fongiques. Il est ainsi possible d'identifier un organisme sans le moindre doute. Caroline Cornejo peut aussi dresser un arbre généalogique génétique grâce à des comparaisons génétiques avec des champignons similaires.

Dans le cas de *C. carpinicola*, les ramifications indiquent que le champignon est apparenté à *Cryphonectria parasitica*, un cousin agressif introduit d'Asie dans les années 1940, à l'origine du dangereux chancre de l'écorce du châtaignier chez les châtaigniers indigènes. *C. carpinicola* est toutefois encore plus proche d'un groupe de champignons établis en Europe depuis des milliers d'années, qui se sont séparés très tôt de la branche asiatique de *Parasitica*. Caroline Cornejo peut en tirer des conclusions déterminantes: *C. carpinicola* n'a probablement pas été introduit en Europe, il y était au contraire présent depuis longtemps et vient seulement de devenir actif.

Infester les arbres de façon contrôlée

Mais quel danger représente-t-il pour les arbres? «C'est difficile à évaluer uniquement d'après des observations d'arbres infestés dans la nature», explique Daniel Rigling, chef du groupe Phytopathologie au WSL. En effet, les arbres tombent souvent malades à cause d'un ensemble de facteurs environnementaux tels que la sécheresse, auxquels s'ajoutent parfois plusieurs agents pathogènes. Pour clarifier les effets de *C. carpinicola* sur les arbres, les chercheurs ont effectué des infections expérimentales dans le laboratoire phytosanitaire – en partie sur de jeunes arbres observés dans la serre de sécurité, en partie sur des morceaux de tronc coupés. Ils percent un petit trou et appliquent avec une spatule une faible quantité de culture fongique afin d'infester les échantillons.

Daniel Rigling ouvre la porte de la chambre climatique où se déroulent ces essais. Alignés dans des caisses en plastique, des centaines de morceaux de troncs d'arbre d'environ 20 centimètres de long et de l'épaisseur d'un doigt sont atteints par la maladie. Le chercheur prend l'un de ces morceaux à la main. Des taches noires de quelques centimètres jouxtent le trou de forage. «Ce sont des lésions, c'est-à-dire des blessures provoquées par le champignon.» Dans le cas de *C. carpinicola*, il s'est avéré que même avec des lésions, les jeunes arbres pouvaient surmonter la maladie et ne pas mourir – une bonne nouvelle.

La sécheresse rend les arbres plus vulnérables

D'autres découvertes de *C. carpinicola* ont donné des indices sur les causes possibles de l'activité soudaine du champignon, alors que celui-ci était resté invisible pendant si longtemps. Valentin Brühwiler, étudiant en master du WSL, a observé des forêts de charmes en Suisse pour étudier les endroits où ce champignon était présent, et ceux où il ne l'était pas. Il est ainsi apparu que *C. carpinicola* ne se manifestait que sur des charmes desséchés. «Les longues périodes de sécheresse de ces récents étés ont fragilisé les arbres et les ont rendu vulnérables», explique Valentin Queloz. Un champignon auparavant maîtrisé par eux peut ainsi soudain se réveiller.



Cet échantillon d'écorce est complètement recouvert des pustules orange typiques de *C. carpinicola*. À travers le microscope, la microstructure du champignon devient visible.

Photos: Daniel Winkler, Zurich

C. carpinicola n'est d'ailleurs pas un cas unique: «Nous remarquons que ces dernières années en particulier, nous sommes davantage confrontés à de nouveaux pathogènes», reconnaît Valentin Queloz. Il s'agit souvent d'organismes introduits. Avec le commerce international, ils se répandent vite par-delà les océans et à travers les continents, lors des transports de terre par exemple, de plantes ornementales, de palettes ou d'emballages en bois. «Un pathogène agressif peut provoquer des dégâts majeurs», explique Carolina Cornejo, «d'où l'importance d'identifier et de surveiller les organismes nouvellement apparus.»

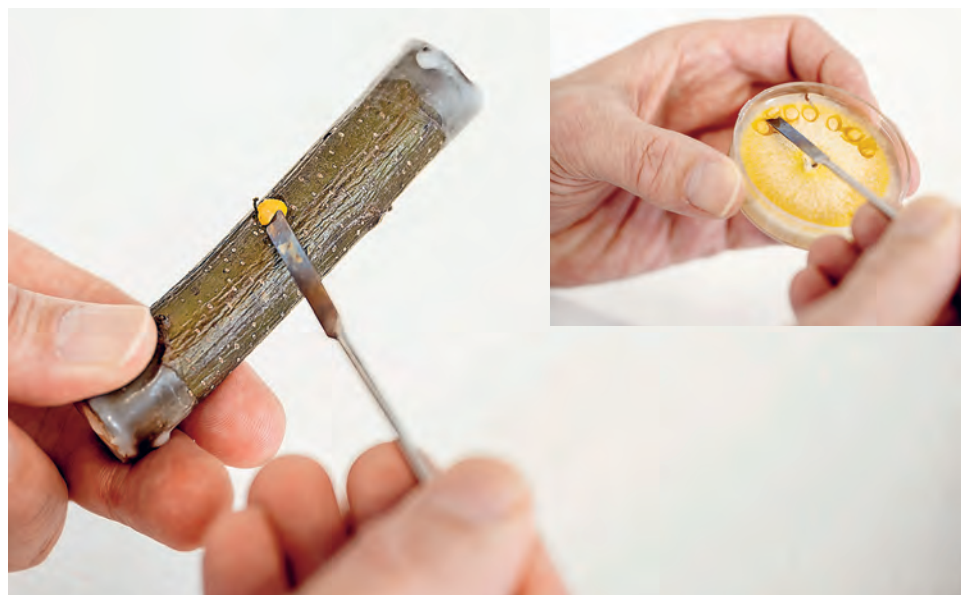
Plaque-tournante entre la recherche et la pratique

La qualité des relations qu'entretiennent les chercheurs avec de nombreux forestiers, collaborateurs de pépinières et particuliers intéressés, est alors d'un grand secours. Les spécialistes signalent souvent les infestations qui leur sont encore inconnues. Dans un formulaire, ils les décrivent, prennent fréquemment une photo, voire envoient directement un échantillon par la poste. Plus de quatre cents signalements ont été transmis au Service Protection de la forêt suisse en 2020.

Toutes ces données issues des observations en forêt, des infections expérimentales et des examens génétiques sont collectées dans le laboratoire phytosanitaire du WSL et aident les chercheurs à évaluer la façon de réagir face à un pathogène. Pour *Cryphonectria carpinicola*, il est devenu clair qu'il n'était pas nécessaire d'abattre les arbres infestés, ni d'installer des pièges pour filtrer les spores fongiques dans l'air afin de surveiller le pathogène. Les services forestiers ont toutefois été informés du nouveau champignon et ont été appelés à signaler les arbres infestés. Les chercheurs du WSL vont également poursuivre leur quête du pathogène en forêt. «Étant donné que le champignon infeste les arbres victimes de stress hydrique, il devrait continuer de se propager avec le réchauffement climatique», prévoit Daniel Rigling. «Nous voulons rester attentifs à ce développement de la situation.»

(sru)

Pour en savoir plus
sur le travail du
Service Protection
de la forêt suisse:
waldschutz.wsl.ch

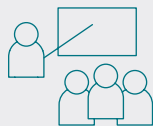


Une culture du champignon issue d'une boîte de Petri rend le morceau de tronc malade, montrant ainsi l'agressivité du pathogène.

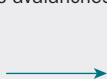
Danger d'avalanches = danger de mort

PRÉVENTION DES AVALANCHES

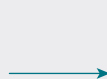
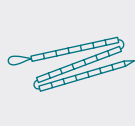
Pour éviter des accidents d'avalanches: consulter les informations sur le danger d'avalanches et sur la météo, planifier l'itinéraire avec soin, emporter l'équipement adapté et suivre un cours sur les avalanches.



Suivre un cours sur les avalanches



Porter sur soi un détecteur de victimes d'avalanches (appareil DVA), une sonde et une pelle (équipement d'urgence)

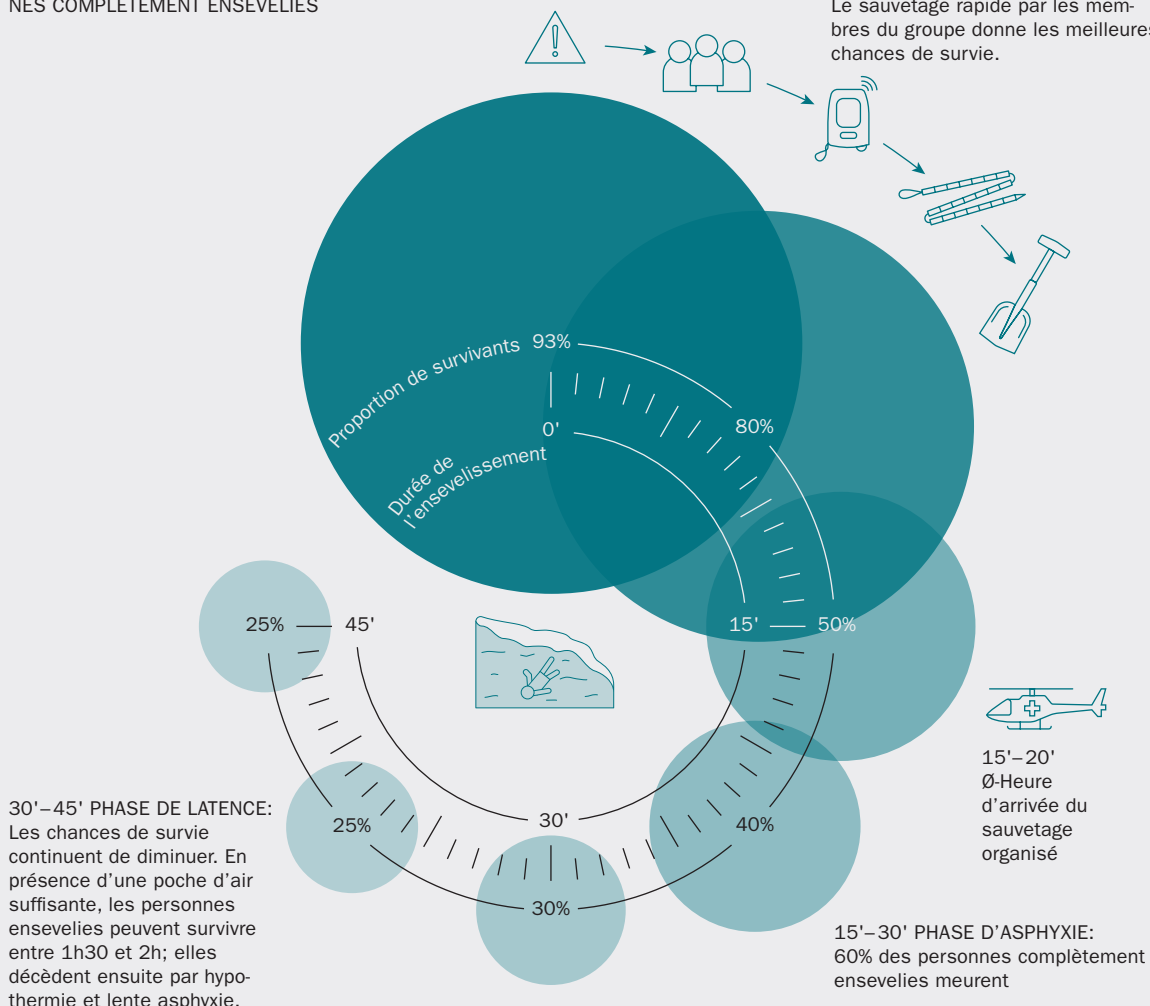


Consulter le bulletin d'avalanches avant chaque randonnée

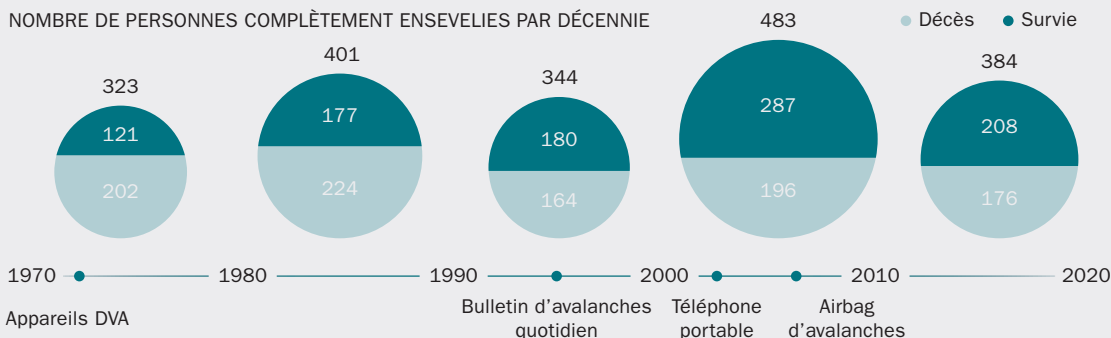


PROBABILITÉ DE SURVIE DES PERSONNES COMPLÈTEMENT ENSEVELIES

SAUVETAGE PAR LES COMPAGNONS
Le sauvetage rapide par les membres du groupe donne les meilleures chances de survie.



NOMBRE DE PERSONNES COMPLÈTEMENT ENSEVELIES PAR DÉCENNIE



UNE-DEUX «Les parents devraient encourager l'amour de la nature chez leurs enfants». L'exercice dans la nature – vélo, jogging ou jardinage – stimule notre santé. Mais est-ce toujours le cas? N. Bauer, spécialiste en psychologie de l'environnement au WSL et H.-P. Hutter, spécialiste en médecine préventive et environnementale, soulignent les impacts de nos relations avec la nature.

Faire de l'exercice dans la nature nous est bénéfique, à nous, êtres humains. Mais quel est le facteur prépondérant – l'exercice physique ou la nature?

NB: Les deux sont importants, ils ont toutefois des effets légèrement différents. C'est ce que des études nous ont montré: rien qu'après un exercice physique – sur un tapis roulant, sans contact avec la nature – les personnes testées étaient de meilleure humeur. En revanche, d'autres indicateurs de bien-être, tels que le niveau de détente ou d'éveil, ne se sont améliorés qu'en relation avec une expérience de la nature.

D'où vient cet effet?

NB: En tant qu'êtres humains, la nature nous fascine d'une façon particulière. Elle captive notre attention sans effort de notre part. C'est très bénéfique et cela nous permet de mettre le stress quotidien à distance. S'y ajoute la sensation d'espace: dans la nature, on se sent moins à l'étroit que dans un environnement urbain. La diversité du paysage est un autre facteur important. Nous avons découvert que les jardiniers amateurs pouvaient mieux se détendre dans les jardins riches en espèces que dans ceux qui ne l'étaient pas.

HPH: Dans la nature, nous expérimentons aussi des facteurs environnementaux d'une autre qualité que dans les espaces urbains. L'air contient moins de particules néfastes pour la santé comme les particules de suie émises par les processus de combustion. Et les impressions sensorielles positives dans la nature qui proviennent de la lumière, des couleurs, des odeurs et des sons agréables, accentuent pour la plupart des gens l'effet positif de l'activité physique sur la santé.

Cet effet est-il général – une activité physique dans la nature est-elle vraiment bénéfique à tout le monde?

NB: En principe, oui. Dans une étude, nous avons cependant identifié une exception. Nous avons analysé dans quelle mesure le niveau de stress des personnes testées dépendait de la fréquence de leur immersion dans la nature. Il y avait alors une corrélation claire entre des sorties fréquentes en plein air et une réaction moindre au stress. C'était uniquement chez les personnes à l'emploi du temps très chargé que les moments passés dans la nature étaient contre-productifs car ils étaient perçus comme facteur de stress supplémentaire. S'imposer un objectif tel que «aller faire une heure



Hans-Peter Hutter est médecin spécialiste en hygiène dans le cadre de la médecine préventive et environnementale. Il est également vice-directeur du Département d'hygiène de l'environnement et de médecine environnementale à l'Université de Vienne.



Nicole Bauer est spécialiste en psychologie environnementale au WSL à Birmensdorf et effectue des recherches sur l'influence de la nature sur la santé.

de jogging un jour sur deux» dans un quotidien déjà stressant, n'est probablement pas source de grand repos.

HPH: C'est justement pour réduire cette pression que l'on s'impose à soi-même qu'en médecine préventive nous soutenons l'exercice physique au quotidien. Emprunter l'escalier au lieu de l'escalier roulant, ou privilégier le vélo à la voiture pour de courtes distances. Ainsi, tout le monde peut intégrer l'exercice physique dans son quotidien de façon simple et personnalisée.

Il existe toutefois des consignes qui précisent la quantité d'exercice physique appropriée pour être en bonne santé.

HPH: Oui, ces valeurs indicatives sont validées par des études. Une demi-heure d'exercice physique par jour permet déjà de réduire le risque d'un décès précoce de 20 % environ. Qu'il s'agisse de maladies cardiovasculaires, de diabète ou encore de cancer – aucun médicament quasiment ne diminue à ce point et de façon aussi durable le risque de maladie qu'une activité physique régulière. C'est aussi pour cette raison que les parents devraient encourager leurs enfants à bouger, notamment dans la nature, dès leur plus jeune âge. Nous voyons de plus en plus nettement dans la recherche que les expériences des premières années de vie – à savoir aussi le plaisir de bouger – influent fortement sur les préférences et les comportements ultérieurs.

Dans quelle mesure?

NB: Je peux vous donner l'exemple de mon petit neveu. Il habite dans un quartier pavillonnaire dont les jardins, pour faciliter l'entretien, comportent du gazon et des

allées de gravier. Lorsqu'il avait deux ans, je l'ai emmené une fois en forêt. Il était stupéfait et un peu apeuré, il a regardé autour de lui avec ses grands yeux. Il ne connaissait pas du tout cet environnement, la forêt.

HPH: Ce qui m'inquiète lorsque j'observe les piscines en plein air, c'est le nombre de petits enfants qui ne marchent plus pieds nus sur l'herbe. Pour aller de leur serviette au bassin, ils portent des sandales parce que l'herbe de la prairie est piquante, ou pour se protéger des insectes.

Où est le problème ?

HPH: Ils effectuent une interprétation complètement erronée des répercussions potentielles sur eux de cette expérience absolument inoffensive de la nature. Comment oser aller plus tard seul en forêt lorsqu'on n'ose déjà pas traverser la pelouse pieds nus?

NB: Pour de nombreux enfants, la nature inspire la peur et le dégoût, comme l'ont révélé notamment des études dans l'espace anglo-saxon. Ils passent ainsi à côté d'expériences qui leur permettraient de prendre conscience de leur force intrinsèque et qui les aideraient sur le long terme à surmonter des situations difficiles. Si la peur de la nature perdure à l'âge adulte, ils ne pourront pas profiter de l'effet bien-faisant et déstressant de la nature.

La situation s'est-elle éventuellement améliorée avec la pandémie de la Covid-19? Pendant le confinement, les gens sont apparemment plus sortis dans la nature.

HPH: Des études internationales indiquent que les comportements négatifs ont été renforcés pendant le confinement. Cela concerne par exemple la consommation d'alcool,



Les impressions sensorielles dans la nature augmentent l'impact positif de notre activité physique sur la santé.

l'alimentation déséquilibrée et aussi justement l'inactivité physique.

L'idée que des quantités massives de gens aient découvert les bienfaits sur eux de la nature ne reflète vraisemblablement pas la réalité. Notons toutefois que selon les pays, les confinements étaient plus ou moins stricts. En Autriche par exemple, pendant le premier confinement, la population pouvait tout au plus faire le tour du pâté de maisons.

NB: Nous avons effectué une enquête en Suisse à ce sujet. Il s'est avéré que pendant le confinement du printemps 2020, la population s'est répartie en deux groupes extrêmes. Avant, la plupart allaient de temps en temps en forêt, rares étaient ceux qui s'y rendaient très souvent ou au contraire quasiment jamais. Pendant le confinement, cette fréquence s'est rapprochée des extrêmes: de très nombreuses personnes n'allaient presque plus en fo-

rêt tandis qu'une multitude d'autres s'y rendaient beaucoup plus qu'auparavant.

En Suisse, on a même assisté à de véritables attroupements dans les aires de loisirs.

NB: Oui, comme de nombreux parcs urbains ou promenades étaient interdits, la pression des activités humaines sur les forêts urbaines notamment a augmenté.

HPH: Et les gens se sont davantage déplacés en voiture au bord des lacs ou à la montagne. Ils ont ainsi produit plus de trafic, plus de polluants atmosphériques et plus de bruit – des facteurs qui amoindrissent tous nettement la valeur récréative de la nature. Il est quand même plus judicieux de se rendre dans les espaces de verdure en transports publics ou à bicyclette – pour se protéger et par respect pour la nature. *(sru)*

INSECTES FORESTIERS **Le scolyte accélère la transformation des forêts.** Les scolytes n'ont quasiment jamais autant décimé les épicéas qu'à l'heure actuelle. L'être humain est en partie responsable de cette situation. Les forestiers préconisent une forêt mélangée, plus robuste dans les clairières, afin de rendre les forêts plus résistantes.

Les scolytes sont normalement indissociables d'une forêt saine. Lorsqu'ils forment dans l'écorce des arbres dépérissants pour y pénétrer, ils remplissent d'importantes fonctions dans l'écosystème. Ils ouvrent la voie aux champignons lignivores ou servent de nourriture à d'autres insectes et oiseaux. Ils peuvent toutefois rapidement pulluler lorsque de nombreux arbres sont affaiblis.

Actuellement, la situation est particulièrement grave. On rencontre dans maintes forêts des résineux desséchés ou des surfaces à défricher. Après la sécheresse de 2018, les scolytes se sont multipliés de façon massive – le typographe (*Ips typographus*) notamment. Rien qu'en 2019, il a détruit des milliers d'épicéas, l'équivalent du chargement de plus de 50 000 camions. Ce fut la deuxième valeur la plus élevée jamais enregistrée.

Un coup dur pour la foresterie dont la principale essence de bois d'œuvre est l'épicéa. Néanmoins le problème ne vient pas d'ailleurs. Dès le Moyen-Âge, l'être humain, au lieu de planter les feuillus originels caractéristiques du Plateau, leur a préféré les épicéas à la croissance rapide, qui prospèrent naturellement dans des sites plus frais à des altitudes supérieures. Mais sur fond de changement climatique, les températures sont devenues trop élevées et le climat trop sec pour eux. Le typographe a dès lors la tâche facile.

Pour en savoir plus
sur le typographe:
[www.wsl.ch/
typographe](http://www.wsl.ch/typographe)



Le typographe est l'espèce de scolyte la plus fréquente en Suisse.

Photo: Beat Wermelinger, WSL



La sécheresse de 2018 continue de laisser des traces: des épicéas du Jura infestés par les scolytes en juillet 2020.

Récemment, l'essence est aussi menacée dans son territoire d'origine en montagne. En raison du climat plus chaud, les scolytes peuvent dans certains lieux donner naissance dans l'année à une deuxième génération. «Les forêts perdent leur fonction de protection par endroits», déclare Martin Bader du Service Protection de la forêt suisse. Le nombre croissant de cerfs et de chevreuils contribue également à l'évolution de la situation. Ceux-ci dévorent les jeunes arbres susceptibles de renforcer la forêt.

«Protection de la forêt suisse» aide les services forestiers, les autorités et les particuliers à établir des diagnostics d'infestations par les scolytes et leur délivre des conseils quant aux mesures à appliquer. Comme les pesticides sont interdits en forêt, il est nécessaire de réduire les occasions de ponte des scolytes, explique Martin Bader. Il importe donc d'abattre, d'évacuer ou d'écorcer les arbres infestés. Afin que les forestiers puissent mieux planifier la lutte contre les scolytes, le WSL a élaboré un modèle informatique qui calcule le développement du typographe, et indique notamment la situation à l'échelle des régions. Grâce à d'autres modèles informatiques, les chercheurs du WSL tentent de prédire quelle sera l'importance des scolytes sur fond de changement climatique.

Simulations
informatiques sur
le développement
du typographe
en Suisse:
www.bostryche.ch

À faible altitude, les épicéas seront moins nombreux à l'avenir sans disparaître complètement pour autant. Les ennemis naturels des scolytes à l'image des guêpes parasites ou des Braconidae ont retardé leur pullulation et décimé les scolytes, précise Martin Bader. «Dans un ou deux ans, la situation pourrait – en fonction des conditions météorologiques – se détendre.»

Dans les clairières, il convient de favoriser les forêts mélangées plus robustes qui résistent mieux aux insectes voraces et au changement climatique, poursuit le chercheur. Pour la production de bois, il est recommandé de remplacer l'épicéa par des résineux plus résistants à la sécheresse comme le pin sylvestre ou le douglas (voir la page 21). «Le scolyte exige une transformation de la forêt.»

(bki)

LUTTER CONTRE LES INFECTIONS **De nouveaux antibiotiques issus du pergélisol?** Dans le sol gelé en permanence se côtoient des millions de microorganismes inconnus. Certains d'entre eux pourraient produire de nouveaux principes actifs dont nous avons un besoin urgent. Des chercheurs du WSL sont sur leurs traces.

De plus en plus d'antibiotiques perdent leur effet car les bactéries leur deviennent résistantes. La conséquence: aujourd'hui déjà, certaines maladies infectieuses ne peuvent plus être traitées. Selon l'Organisation mondiale de la santé, l'OMS, rien qu'en Europe, environ 25 000 personnes meurent chaque année à cause de germes hospitaliers résistants. Les scientifiques du monde entier sont de ce fait à la recherche de nouveaux antibiotiques.

Beat Frey, biologiste au WSL, en fait partie. Son domaine spécialisé est le monde microbien dans le pergélisol, c'est-à-dire dans le sol gelé en permanence – et c'est justement là qu'il veut découvrir de nouveaux principes actifs. «La biodiversité dans le pergélisol est très élevée», explique-t-il. Si l'on étudie la diversité du patrimoine génétique des microbes situés dans des grumeaux provenant d'éboulis gelés, 40 % de ces microbes environ ne peuvent être attribués à aucune espèce connue. Or, il se pourrait que nombre de ces organismes inconnus puissent produire de nouveaux principes actifs, de nouveaux antibiotiques entre autres. Bactéries et champignons y ont probablement recours pour neutraliser leurs concurrents lors de la lutte pour des ressources limitées. Ils pourraient être d'une grande utilité pour la médecine. «Un trésor sommeille dans le pergélisol», Beat Frey en est convaincu.

De premiers candidats prometteurs

Il souhaite extraire ce trésor avec Joel Rüthi, son doctorant. Tous deux ont déjà isolé 1500 souches bactériennes d'échantillons du pergélisol issus en grande partie des Alpes suisses. En laboratoire, Joel Rüthi a déjà testé deux cents isolats d'actinobactéries afin de rechercher s'ils étaient capables de produire des substances antimicrobiennes. En collaboration avec la Haute école zurichoise de sciences appliquées (ZHAW) à Wädenswil, il a identifié un candidat prometteur qui s'est avéré efficace contre *Staphylococcus aureus*, un germe hospitalier typique.

Un premier succès qu'il convient toutefois de considérer avec prudence: «Il est tout à fait envisageable que ce ne soit pas un nouvel antibiotique mais un autre déjà connu», indique Beat Frey. En effet, les antibiotiques sont souvent présents en plusieurs exemplaires dans la nature. Des analyses génétiques effectuées à la ZHAW doivent désormais établir si le principe actif découvert par les chercheurs est vraiment inconnu. Joel Rüthi et Beat Frey vont quant à eux poursuivre leur quête d'autres producteurs d'antibiotiques qui sommeillent peut-être encore dans le pergélisol. (cho)

A full-page photograph of a woman, Karin von Känel, running through a lush green forest. She is wearing a yellow and black striped short-sleeved shirt, dark blue pants, and yellow and black striped socks. She is smiling and looking to her right, holding a small white object in her left hand. The background is a dense forest with many trees and green foliage.

Karin von Känel, Birmensdorf

«Depuis six ans, j'effectue des courses d'orientation. J'aime la force mentale que cette discipline requiert, et les moments passés par tous les temps dans la nature. Enfants, amateurs et professionnels prennent le départ ensemble. L'esprit d'équipe me plaît, même s'il s'agit d'un sport individuel.»

SUR LA TRACE DES ÉLÉMENTS CHIMIQUES

Karin von Känel travaille dans le laboratoire central du WSL à Birmensdorf. La chimiste analyse des échantillons d'eau, de plantes et de sols collectés sur le terrain par les chercheurs du WSL. Elle révèle entre autres la présence d'éléments nutritifs

dans l'eau du sol, à l'image du phosphore, du sodium, du potassium, ou encore celle de métaux précieux. Elle forme les apprentis laborantins, planifie leurs horaires et est l'interlocutrice des jeunes, lors de difficultés scolaires par exemple. (bki)

FORÊT «Le type d'exploitation privilégié à ce jour a fragilisé nos forêts»



Pour la production de bois, ce vieux chêne âgé de plusieurs centaines d'années est un trouble-fête, mais pour la diversité des espèces l'arbre nouveau est une bénédiction.

À première vue, la foresterie commerciale semble incompatible avec la diversité des espèces en forêt. En effet, la monoculture d'arbres à la croissance rapide est la plus efficace pour la production de bois, tandis qu'une biodiversité accrue nécessite différentes essences, de vieux arbres et du bois mort. Comment combiner ces deux aspects sous un même couvert forestier? Frank Krumm, spécialiste en foresterie du WSL, répond à cette question dans un livre réalisé en collaboration avec 156 collègues issus de 19 pays européens.



Frank Krumm est collaborateur scientifique dans le groupe de recherche Écosystèmes montagnards.

Frank Krumm, vous exigez des propriétaires de forêt qu'ils fassent plus d'efforts pour la diversité des espèces en forêt. Pourquoi devraient-ils la promouvoir?

FK: Tout d'abord, préserver les espèces existantes relève de

notre responsabilité morale, mais une biodiversité accrue se révèle également positive pour les propriétaires de forêt. La diversité des espèces augmente en effet la capacité des forêts à faire face aux changements – par exemple aux répercussions du changement climatique et à ses longues périodes de sécheresse. Or le type d'exploitation forestière privilégié à ce jour a fragilisé nombre de forêts. Ainsi, davantage de dégâts de scolytes ont été observés ces dernières années en Europe, et les forêts ont souffert de sécheresses record en Suisse également. Pour les producteurs de bois, cela signifie des pertes considérables.

Comment pouvons-nous y remédier?

FK: Nous devons commencer par penser davantage de façon holistique. Jusque-là, foresterie et protec-

tion des espèces étaient le plus souvent séparées géographiquement. Dans une forêt, en vue de la production de bois, on réalisait des monocultures bon marché économiquement mais vulnérables, tandis qu'à d'autres endroits, on créait des réserves forestières en vue de la protection des espèces. Nous devrions au contraire commencer à intégrer ces deux fonctions dans la même forêt.

Cela laisse entrevoir une énorme transformation.

FK: Pas forcément, car des mesures simples peuvent avoir vite un effet majeur. C'est déjà très bénéfique si un propriétaire de forêt mise sur deux ou trois essences à la place de la monoculture. Cela s'accompagnera pour lui d'avantages économiques: si une essence disparaît à cause d'un ravageur par exemple, l'autre essence pourra compenser. Et la diversité des espèces augmentera parce que certaines espèces animales et végétales sont tributaires d'une essence déterminée. Nous recommandons aussi de laisser davantage de bois mort à terre car les processus de décomposition qui s'y déroulent sont vitaux pour de nombreux microorganismes,

champignons, insectes et oiseaux. De vieux arbres à trous sont tout aussi importants car ils offrent un habitat à nombre de petits animaux. Rien que le fait de laisser sur pied certains vieux exemplaires à 100 mètres d'intervalle renforcera la diversité des espèces.

Dans le livre, vous présentez aussi des projets concrets qui combinent production de bois et diversité des espèces.

FK: Oui, la réserve forestière particulière de la commune saint-galloise d'Amden l'illustre parfaitement. La forêt y a été aménagée pour qu'elle puisse offrir un habitat idéal au grand tétras, une espèce menacée. Des éclaircies ont été pratiquées dans des surfaces, ou de grands arbres conservés pour lui permettre de se percher ou de dormir. La population du grand tétras s'est ainsi largement maintenue. En parallèle, la commune vend du bois tout en sachant que ses ventes seront moins élevées que si la forêt était principalement axée sur la production de bois. (sru)

<https://forbiodiv.wsl.ch/en/the-book>

FORÊT Le douglas: un arbre d'avenir controversé

Les forestiers l'adorent: le douglas (*Pseudotsuga menziesii*) est un résineux issu d'Amérique du Nord qui pousse vite et fournit du bois précieux. Il est cultivé en Suisse depuis 1850 et représente aujourd'hui 0,3 % du volume de bois.

Sur fond de changement climatique, grâce à sa plus grande robustesse et à ses rendements supérieurs, il est considéré sur le Plateau comme

résineux de remplacement pour l'épicéa. Cet important fournisseur de bois est en effet menacé par les tempêtes, la sécheresse et les infestations de scolytes (voir aussi la page 16). Le douglas au contraire supporte bien la sécheresse et est moins infesté par les scolytes indigènes.

«Dans les clairières apparues après des exploitations forcées de bois infestés par les scolytes, beau-



Dans son pays d'origine sur la côte Pacifique de l'Amérique du Nord, le douglas peut atteindre plus de cent mètres de hauteur. En Suisse, le record est de 63 mètres pour le plus grand exemplaire.

coup d'entreprises forestières plantent des groupes de douglas», explique Thomas Wohlgemuth, spécialiste en écologie forestière au WSL. Or cela inquiète beaucoup les spécialistes de la protection de la nature: ils craignent que l'espèce exotique ne se propage de façon incontrôlée et qu'elle puisse chasser des plantes et animaux indigènes.

Les jeunes douglas ont du mal à s'imposer

Les inquiétudes sont-elles justifiées? Thomas Wohlgemuth et son équipe se sont penchés sur la question. Dans

39 vieux peuplements de douglas, ils ont recherché les jeunes arbres. Dans 34, moins de 5 % des recrûs étaient des douglas. Comme l'espèce nécessite beaucoup de lumière au stade juvénile, les forestiers doivent enlever les arbres concurrentiels. Les chercheurs n'ont trouvé de groupes denses de recrûs de douglas que sur trois sites secs et arides du Tessin et du Valais.

Dans les forêts intactes du Plateau, le douglas ne pourra pas ainsi se propager de lui-même. Il sera certes capable de prospérer sur les sites secs, mais pourra facilement être abattu par la suite. Mais qu'en est-il des dangers pour la diversité biologique? Thomas Wohlgemuth a pour ce faire effectué une analyse synoptique de 34 études individuelles sur la question. Dans le houppier des douglas vivent moins d'insectes et d'araignées que dans celui des hêtres, chênes et épicéas indigènes. Ils attirent dès lors moins d'espèces d'oiseaux dévoreuses d'insectes. Dans le sol sous les douglas, des espèces de champignons en quantité moindre ont été retrouvées. Cependant, «tant que les douglas ne sont qu'en petits groupes ou isolés, ils menacent peu la diversité forestière dans l'ensemble.»

Thomas Wohlgemuth trouve la présence du douglas dans des sites appropriés du Plateau tout à fait défendable – s'il est mélangé à d'autres essences et ne s'étend pas à vaste échelle. Pour les plus grandes plantations, un monitoring de la biodiversité serait pertinent. «À lui seul, le douglas ne pourra pas compenser la disparition d'épicéas. Sa culture est une stratégie parmi d'autres pour permettre à la forêt et à l'économie forestière d'accueillir le changement climatique sans dommages.» (rkü)

Lukas Dürr, Davos

«Le Grüscher Älpli est un endroit magique doté d'alpages verdoyants et de vieux arbres nouveaux. Il contraste fortement avec les falaises abruptes du Rätikon. J'aime y pratiquer l'escalade – l'une de mes grandes passions.»



PRÉDIRE LE DANGER D'AVALANCHES

Lukas Dürr est prévisionniste d'avalanches au SLF et guide de montagne. Dans ses deux professions, son cœur bat pour la gestion des dangers naturels et pour l'accompagnement des personnes. En tant que prévisionniste d'avalanches, il souhaite effectuer les prévisions les plus précises possibles afin

que tous les pratiquants de hors-piste aient une base solide pour planifier leurs randonnées. «Prévisionniste d'avalanches, c'est le métier de mes rêves. J'adore sa variété: j'effectue des prévisions, dirige des cours de formation et encadre nos observatrices et observateurs.» (sni)

PAYSAGE Les planificateurs des villes européennes devraient mieux intégrer les connaissances issues de la recherche



Une oasis en ville: des parcs à l'image de celui-ci, le Parco delle Cave à Milan, constituent l'épine dorsale idéale pour la planification des régions urbaines.

Depuis des siècles, nous façonnons le paysage selon nos désirs: nous construisons des routes et des zones d'habitation, défrichons des forêts, asséchons des marais, modifions des cours d'eau. «Le paysage est devenu depuis longtemps une mosaïque complexe», constate Anna Hersperger, spécialiste en recherche sur le paysage et membre de la Direction du WSL. Et pour nous, êtres humains, ces pièces de mosaïque remplissent différentes fonctions: les espaces naturels offrent par exemple des zones de détente, revalorisent une ville et peuvent en même temps favoriser la biodiversité. «Cette interaction entre paysage et êtres humains est justement impor-

tante dans le développement des régions urbaines», précise Anna Hersperger. Dans quelle mesure une telle approche holistique est-elle intégrée à la planification des régions urbaines? La chercheuse et son équipe ont étudié cette question.

De la ville industrielle à la ville de services

À cet effet, les chercheurs ont analysé des documents sur l'aménagement du territoire dans 18 régions urbaines européennes – d'Helsinki au nord à Lisbonne au sud, en passant par Londres, Berlin et Milan. «Nombre d'entre elles se trouvent au cœur d'une transformation entre les ères

industrielle et tertiaire», explique Anna Hersperger. À Milan ou à Turin par exemple, d'immenses surfaces liées à l'ancienne industrie automobile sont devenues obsolètes et doivent désormais être réaffectées de façon pertinente. Chaque ville est alors confrontée à des défis différents. L'analyse des documents sur l'aménagement du territoire vise désormais à clarifier l'importance que revêt le paysage en tant que concept holistique dans la planification des régions urbaines, et à vérifier la prise en compte ou non dans ces planifications des connaissances utiles dont dispose la recherche.

Comme les résultats l'ont montré, de nombreux documents intègrent effectivement des connaissances issues de la recherche. Ils prennent notamment en considération le fait que certaines modifications dans le paysage puissent avoir des répercussions sur la biodiversité ou sur la valeur récréative d'un espace naturel. Mais l'analyse souligne également des lacunes. Ainsi, seule la moitié des plans stratégiques intègre toutes les perspectives concernant le paysage et ses fonctions diverses – détente et santé de la population, fonctions écologiques telles que la biodiversité ou l'esthétique. L'autre moitié ne traite que d'un ou deux de ces aspects.

Dans la pratique, les documents doivent toutefois aider les spécialistes de la planification à coordonner différents aspects: de quelles aires de loisirs de proximité les habitants d'un nouveau complexe résidentiel ont-ils par exemple besoin pour se sentir à l'aise? Comment les nouvelles routes fragmentent-elles l'habitat des animaux sauvages? «C'est pour ces raisons que les documents d'aménagement devraient s'appuyer sur une

approche holistique», affirme Anna Hersperger.

L'analyse montre de surcroît que le paysage est certes pris en compte dans la plupart des plans, mais qu'il n'y joue qu'un rôle secondaire. Il n'est souvent mentionné que dans le cadre de mesures concrètes. «Il bénéficierait d'une importance nettement supérieure s'il était déjà au cœur des objectifs du concept», indique Anna Hersperger. Il serait ainsi bien plus simple de regrouper les principaux axes de transport car «il est difficile de façonner un paysage diversifié si celui-ci est constamment coupé par les axes de transport.»

Les différents acteurs doivent participer

Dans la majorité des régions urbaines, l'analyse décèle néanmoins une chance d'améliorer les processus de gouvernance. Anna Hersperger parle de «la force intégrative du paysage». «Il serait pertinent de fonder davantage l'ensemble de la planification sur l'interaction entre le paysage et la population», déclare la chercheuse. Tous les acteurs qui participent à la conception du paysage devraient être impliqués en continu – notamment les agriculteurs, les propriétaires fonciers, les organisations qui encouragent la biodiversité, ou les associations de loisirs. Pour concevoir le paysage de façon ciblée, des décisions politiques et l'engagement des parties prenantes sont aujourd'hui nécessaires selon Anna Hersperger. «Pour ce faire, il faut donner régulièrement aux publics concernés la possibilité de collaborer.»

(sru)

Randonnées au cœur de la science: huit itinéraires dans les coulisses de la recherche du WSL en Valais

De hautes montagnes et un grand nombre d'heures d'ensoleillement en Suisse font du Valais la Mecque des touristes – et de la recherche environnementale. Pourquoi ne pas combiner les deux, a pensé Thomas Wohlgemuth, écologue au WSL. Il a donc créé un guide de randonnée avec Christine Huovinen, spécialiste en communication scientifique. «Sur les sentiers valaisans de la recherche» présente ainsi huit randonnées à destination de sites localisés en Valais central et en Haut-Valais, là où le WSL exerce ses activités depuis parfois plus de trente ans.

Les dangers naturels, à l'image des avalanches, des laves torrentielles ou des éboulements constituent une thématique importante – pour la recherche et le tourisme. À maints endroits, le randonneur découvrira des appareils ou des expériences permettant leur étude. Le Valais, région sèche, est aussi une zone d'alerte précoce idéale face aux changements dus au réchauffement climatique. D'où

l'étude, par les chercheurs du WSL, des pins desséchés ou des conséquences des incendies de forêt.

Régulièrement, le livre et l'application web très pratique vous conduisent dans des lieux moins connus mais surprenants tels qu'une forêt protectrice irriguée par des bisses. Les itinéraires proposés comptent également les grands classiques touristiques comme le glacier d'Aletsch et le Lötschental. Pour sortir des sentiers battus, citons encore d'autres endroits tout aussi attrayants comme la Vallée de la Sionne où le SLF effectue des essais d'avalanches à vaste échelle.

Le guide de randonnée est une réponse créative à la question posée de façon récurrente: «Sur quoi portent donc vos recherches au WSL?». Un livre incontournable sur les étagères des passionnés de randonnée, de sciences et du Valais. (bki)

Le livre est disponible aux éditions Haupt, ISBN: 978-3-258-08207-3, hiking.wsl.ch



Le pont bhoutanais surplombe l'Illgraben, connu pour être le théâtre de nombreuses laves torrentielles. Depuis des années, le WSL surveille ce site et l'étudie.

BIODIVERSITÉ De longues ailes, de petits corps: l'exploitation des sols détermine les caractéristiques des insectes

Intensif ou extensif? Le type d'exploitation des sols choisi par l'être humain détermine les espèces susceptibles d'être présentes dans un habitat – ainsi que leurs caractéristiques. Felix Neff, doctorant au WSL, a pu le démontrer en s'appuyant sur l'exemple de cigales, de punaises et de sauterelles issues de prairies et de pâturages plus ou moins fortement exploités.

Entre 2008 et 2016, ces insectes se sont en effet retrouvés dans les filets des chercheurs qui saisissaient des données dans le cadre du projet de vaste envergure «Les exploratoires de la biodiversité» de la Fondation allemande pour la recherche. Felix Neff a mesuré différentes caractéristiques corporelles des espèces d'insectes identifiées par les experts. Celles issues de surfaces exploitées de façon intensive avaient de plus longues ailes et de plus petits corps que celles provenant de surfaces à l'exploitation extensive. «Les insectes sont de ce fait plus mobiles et peuvent plus facilement fuir dans les surfaces avoisinantes lorsque l'herbe est coupée fréquemment», explique-t-il, alors que «les espèces de taille plus grande seront plus souvent tuées.» Parce qu'elle détermine certaines caractéristiques corporelles aux dépens d'autres, l'intensité de l'exploitation des sols agit comme un filtre pour les insectes.

Ces phénomènes peuvent aussi exercer une influence sur les processus à l'œuvre dans l'écosystème. «Si de petits insectes étaient seuls présents dans une prairie, ils dévoreraient vraisemblablement moins d'herbe que les grands et la produc-



Le gomphocère roux (*Gomphocerippus rufus*) privilégie l'herbe haute et aura de ce fait tendance à choisir les surfaces exploitées de façon extensive.

tion de biomasse de la prairie serait supérieure», explique Felix Neff. La consommation d'herbe des insectes dans les surfaces exploitées de façon intensive est-elle véritablement inférieure? C'est la question que Felix Neff étudie actuellement dans un autre travail. (lbo)

www.wsl.ch/funcnet-fr

BIODIVERSITÉ Les déchets plastiques dans le sol modifient les biocénoses des bactéries et des champignons



Collecte d'échantillons au Groenland: d'innombrables bactéries vivent aussi dans les sols froids, notamment celles qui colonisent les déchets plastiques.

Dans les mers et les fleuves, mais aussi dans le sol terrestre, le plastique s'accumule. Des chercheurs de l'Empa, le Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche, ont calculé qu'environ quarante fois plus de plastique se retrouvaient dans les sols que dans les cours d'eau suisses. Quelles sont les répercussions de cette situation sur les organismes vivant dans les sols? Il n'existe quasiment aucune étude consacrée à ce sujet – en particulier concernant les sols alpins et arctiques qui réagissent de façon extrêmement sensible aux changements environnementaux.

Beat Frey, biologiste au WSL, et Joel Rüthi, doctorant, se sont ainsi penchés sur la question de l'influence du plastique sur les bactéries et les

champignons dans les sols froids. Ces microorganismes jouent un rôle important dans la santé et la fertilité des sols car ils décomposent entre autres la matière organique et mettent des nutriments à disposition des plantes. «Notre hypothèse consistait à avancer que le plastique modifiait la composition des espèces dans le sol», précise Beat Frey. Un tel effet survient dans l'océan: des communautés bactériennes autres que celles des eaux avoisinantes colonisent les particules de plastique flottantes.

Lors d'une expérience en laboratoire, Joel Rüthi a utilisé des échantillons de sols alpins et arctiques provenant respectivement d'une montagne à proximité de Pontresina (GR) et du nord du Groenland. Après avoir inséré les échantillons dans des récipients, il y a enterré de petits morceaux de deux types de plastiques biodégradables ainsi que de polyéthylène non dégradables. Il a conservé les récipients pendant deux ou quatre mois à 15 degrés Celsius afin de simuler les conditions prévalant lors de l'été arctique. Il a par la suite déterré les morceaux de plastique et étudié, grâce à une analyse d'ADN, les organismes apparus sur les surfaces.

Le résultat fut le suivant: la composition des espèces fongiques et bactériennes sur le plastique se distinguait de celle du sol avoisinant qui était entré en contact avec le plastique. De surcroît, la diversité était particulièrement plus faible chez les bactéries. «Notre étude est la première à avoir démontré ces effets dans les sols des régions froides», déclare Beat Frey. Étant donné que ce phénomène n'a presque pas été étu-

dié, il n'est pas encore possible de se prononcer sur les répercussions sur l'écosystème.

L'attrait du bioplastique

Dans les matières plastiques biodégradables, les modifications au sein des communautés bactériennes étaient nettement supérieures à celles ayant affecté le polyéthylène non dégradé – et ce pour une bonne raison: pour certaines espèces de bactéries, le plastique biodégradable est une véritable aubaine. Elles l'utilisent comme nourriture et le décomposent. Les chercheurs ont identifié une multitude de «dévoreurs de plastique» connus, mais aussi détecté de

nouvelles espèces. Le processus de décomposition semble toutefois ne se dérouler que très lentement dans les sols froids. Lors de l'expérience, presque aucun signe de décomposition n'était observable après deux mois, les premiers signes n'apparaissant qu'au bout de quatre mois. «Il faudra probablement attendre des années pour que le matériau ait complètement disparu», explique Beat Frey. «C'est pourquoi du plastique biodégradable prétendument respectueux de l'environnement ne devrait pas se retrouver de façon incontrôlée dans l'environnement.» (cho)

BIODIVERSITÉ À Rothenthurm aussi, les marais s'assèchent

Malgré les efforts déployés pour les protéger, de nombreux marais suisses n'évoluent pas dans la bonne direction: ils s'assèchent, s'embroussaillent par endroits, dans les hauts-marais notamment, présentent trop de nutriments accumulés. Le canton de Schwytz a voulu savoir si cette évolution concernait aussi la partie schwytzoise des marais de Rothenthurm. La place d'armes planifiée à cet endroit a été la déclencheuse de l'initiative de Rothenthurm à l'origine de la mise sous protection de 1987 marais d'importance nationale. Sur mandat du canton, le WSL, sous la direction du biologiste Meinrad Küchler, vient d'étudier les marais de Rothenthurm treize ans après le dernier inventaire.

Les résultats sont décevants: les marais s'y développent comme dans d'autres lieux de Suisse. Les surfaces ne sont pas suffisamment alimentées en eau, certaines espèces rares à l'image de la laîche des tourbières



Même si la superficie des marais protégés de Rothenthurm est en grande partie préservée, la qualité des habitats ne cesse de s'amoindrir.

(*Carex heleonastes*) ont disparu. «Les projets actuels de revalorisation doivent absolument se poursuivre», déclare Meirad Küchler. À cet effet, d'autres fossés de drainage doivent être comblés et les buissons retirés de façon conséquente. «C'est la seule façon de préserver cet habitat particulier», ajoute-t-il. (lbo)

Diversité élevée des insectes à Zurich grâce à une mosaïque d'habitats

Les villes sont des habitats diversifiés composés de surfaces construites et ouvertes et d'espaces verts variés. Il y fait de surcroît plus chaud et plus sec que dans leur périphérie. Une équipe dont font partie Marco Moretti et David Frey, biologistes au WSL, a souhaité découvrir les répercussions de ces conditions de vie sur la composition des espèces d'insectes en ville, notamment sur celles des carabidés et des abeilles sauvages, ainsi que les caractéristiques de ces espèces.

Pour ce faire, les chercheurs ont collecté et identifié des insectes de différents espaces verts de la ville de Zurich. En parallèle, ils ont utilisé des données de relevés antérieurs du WSL. Ils ont pu entre autres démontrer que la diversité des espèces était étonnamment élevée car chaque espace vert présentait sa propre communauté d'insectes. Dans les jardins, on avait par exemple tendance à retrouver des espèces d'abeilles sauvages plus petites avec des langues plus courtes que

sur les toits verts et dans les parcs. «Avec sa sélection de plantes, l'être humain détermine l'offre de nourriture et par là même aussi les espèces d'insectes qui seront présentes à tel endroit», explique David Frey. Des différences sont aussi apparues chez les carabidés: dans les jardins ouvriers exposés au soleil, les chercheurs ont découvert des espèces mieux adaptées à la sécheresse que celles présentes dans les jardins privés.

Les résultats démontrent toute l'importance de ces espaces verts urbains pour la biodiversité. Toutefois, les espèces plus exigeantes à l'image des carabes ou des abeilles coucous ont des difficultés à s'établir dans les villes car leurs habitats y sont souvent trop petits ou trop isolés, ou évoluent très vite. Il faut de ce fait encore redoubler d'efforts pour stopper la perte de la biodiversité causée par l'urbanisation, avance David Frey.

(lbo)



Grâce à une sélection judicieuse de plantes, il est même possible d'observer des espèces relativement rares d'abeilles sauvages dans les jardins particuliers et partagés, à l'image de cette abeille charpentière qui récolte du nectar sur un cytise.

Photo: Sofia Mangili

DANGERS NATURELS Un glacier menace de s'effondrer: une expertise aide les autorités dans leur prise de décision



Le glacier de Planpincieux dans le massif du Mont-Blanc: de grosses masses de glace menacent de se détacher.

Du côté italien du Mont-Blanc se trouve le glacier de Planpincieux dont une immense masse de glace menace de dévaler dans le Val Ferret (région de la Vallée d'Aoste). Une situation inquiétante pour la population et les touristes de la vallée. En août 2020, le glacier fut l'objet d'une campagne de presse négative, on redoutait le détachement d'un bloc de glace de 500 000 m³ de volume. Heureusement, la situation s'apaisa après quelques jours de fraîcheur.

Toutefois, le danger est loin d'être écarté. La route qui mène à la vallée est source de préoccupations notamment, et ce d'autant plus que la vallée vit du tourisme. «La pression exercée sur les autorités pour maintenir la route ouverte est élevée», explique Stefan Margreth. Ce dernier est chef du groupe Mesures de protection au SLF. Son expertise vise à aider les autorités italiennes dans leur prise de décisions. Avec le logiciel

RAMMS du SLF, il simule des scénarios incluant des masses détachées de différents volumes, et détermine les mesures de sécurité nécessaires. L'hiver, il calcule aussi la distance que pourraient parcourir les avalanches en direction de la vallée si les masses de glace s'effondraient sur une couche de neige instable. Selon le scénario catastrophe, des parties du village de Planpincieux pourraient être ensevelies. Stefan Margreth tient néanmoins ce scénario pour peu probable. Il faudrait en effet une combinaison entre un danger très élevé d'avalanche et la rupture d'un volume maximal de glace. À tout moment, des détachements de volumes moindres de glace sont toutefois possibles. Depuis 2019, le glacier est donc surveillé à l'aide de radars et un système d'alarme a été installé. (sni)

www.slf.ch/conseils-expertise

NEIGE ET GLACE Recherches en Arctique: des données nivologiques précises sont nécessaires pour des prévisions climatiques d'une plus grande exactitude



Amy Macfarlane, chercheuse au SLF, a participé à l'expédition MOSAiC. Elle transporte un nouvel appareil, NIRbox, jusqu'à un profil nivologique et doit traverser des mares de fonte.

En automne 2020 s'est achevée la plus grande expédition qui ait jamais eu lieu en Arctique. Son nom, MOSAiC, signifie «Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate». Pendant une année, des chercheurs à bord du brise-glace «Étoile polaire» se sont laissés prendre par les glaces et ont dérivé en direction du Pôle Nord. Une première: des scientifiques venus de différents domaines de recherche ont étudié au fil de l'année, à l'aide d'instruments ultra-modernes, les interactions entre l'Océan arctique, l'atmosphère et la glace.

L'Arctique joue un rôle-clé dans le réchauffement climatique. Ce qui s'y passe a un impact sur l'ensemble de notre planète. «Lorsque la ban-

quise fond, cela a des répercussions sur le climat à l'échelle mondiale, de même que sur le réseau alimentaire dans l'Océan arctique, des algues aux ours polaires», explique Martin Schneebeli. Il est chef de l'Unité de recherche Neige et pergélisol au SLF et a pris part, avec quatre collègues du WSL, à l'expédition MOSAiC. Cela peut surprendre à première vue que des chercheurs suisses figurent parmi les participants issus de vingt nations. Aussi Martin Schneebeli précise-t-il: «Nous n'avons pas seulement été sollicités en tant que chercheurs, mais aussi comme fournisseurs des meilleurs instruments de mesure de neige qui soient, à l'image du micro-tomodensitomètre.» Grâce à cet instrument, l'équipe surnommée

«équipe polaire» à laquelle appartenait également Martin Schneebeli, a pu passer au crible de façon tridimensionnelle les échantillons de neige.

La neige est la grande inconnue du puzzle climatique. À ce jour, on ne sait pas exactement quelle quantité de neige tombe en Arctique et quels sont les processus physiques et chimiques à l'œuvre dans le manteau neigeux arctique. Étant donné que la neige est un matériau toujours relativement proche du point de fusion, des processus de transformation s'y déroulent constamment. La microstructure évolue, les spécialistes parlent de métamorphose de la neige. Pour la toute première fois, des chercheurs ont observé l'intérieur d'échantillons de neige arctique à l'aide du tomodensitomètre. Selon Martin Schneebeli, «le manteau neigeux n'a jamais été mesuré ni de façon aussi précise ni sur l'ensemble du cycle annuel.» Et d'ajouter: «ses modifications sont plus dynamiques qu'on ne le pensait.»

La quantité et la composition de la neige sont déterminantes

Les propriétés physiques de la neige – notamment la quantité de lumière que celle-ci reflète ou de chaleur qu'elle transporte – dépendent des structures des cristaux de neige. De grands cristaux reflètent par exemple moins de lumière du soleil que de petits. Mais la présence de neige ou non sur la glace, ainsi que sa quantité, déterminent l'augmentation ou non de la glace, ainsi que le moment à partir duquel elle commence à fondre. Lorsqu'au printemps le soleil brille à nouveau de façon plus intense et plus durable, la neige protège la banquise. Si la neige fond malgré tout, des mares d'eau de fonte se forment sur la glace.

Leur surface d'eau sombre absorbe beaucoup d'énergie solaire et se réchauffe, ce qui accélère davantage la fonte de la glace.

Amy Macfarlane, doctorante au SLF, a également pris part à l'expédition pendant six mois et a pu découvrir de près les processus de fonte pendant l'été arctique. Elle est même parvenue à étudier un type spécifique de neige au tomodensitomètre, les neiges estivales. Celles-ci ne tombent pas du ciel mais apparaissent à la suite de processus de transformation dans la banquise. «Nous avons étudié la neige à tous ses stades et espérons ainsi obtenir de nouvelles connaissances», déclare-t-elle.



L'équipe de recherche «Étoile polaire». Objectif de l'expédition: étudier l'Arctique au fil de l'année.

Effectuées sur toute une année, les mesures très complètes désormais disponibles livrent des données nécessaires pour alimenter les modèles climatiques et les rendre ainsi plus précis – l'objectif principal de MOSAiC. Les évaluations se multiplient actuellement et vont encore tenir les équipes en haleine un moment. (sni)

www.slf.ch/blog-mosaic-fr

Fabian Bernhard, Birmensdorf

«Le Platzspitz fait partie de mes endroits préférés à Zurich parce qu'il est très riche en contrastes et chargé d'histoire. La nature y rencontre la ville, la Sihl sauvage la tranquille Limmat, et le passé et le présent s'y entrecroisent.»

LES FORÊTS VICTIMES DE STRESS HYDRIQUE

Dans sa thèse de doctorat, Fabian Bernhard, ingénieur en environnement, étudie les répercussions de la sécheresse sur les forêts. À cet effet, il modélise la circulation de l'eau du sol à l'aide d'un modèle informatique et ce, afin de pouvoir prédire la disponibilité pour différents

types de station et de sols. Sur le terrain, il prélève des échantillons de sols et d'arbres en vue de suivre, à l'aide d'isotopes stables, le chemin parcouru par l'eau. «La combinaison entre recherche fondamentale et recherche appliquée me plaît beaucoup.» (lbo)



Dans le prochain numéro de Diagonale, nous vous emmènerons en expédition: que la destination soit l'Afrique, la Sibérie ou le Svalbard, les scientifiques du WSL effectuent régulièrement de grands voyages de recherche. Ils collectent des données dans des régions lointaines afin de répondre à des problématiques mondiales, comme la répartition de la neige en Arctique ou le climat d'autrefois qu'il est possible de retracer grâce au vieux bois. Mais la Suisse permet également de nombreuses découvertes – grâce à de mini-expéditions dans les hauts-marais ou au sommet de montagnes.

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

IMPRESSUM

Responsable de l'édition:
Christoph Hegg, Acting Director WSL

Textes:
Lisa Bose (lbo), Claudia Hoffmann (cho), Beate Kittl (bki), Rahel Künzler (rkü), Sara Niedermann (sni), Santina Russo (sru)

Direction rédactionnelle:
Lisa Bose, Claudia Hoffmann;
diagonal@wsl.ch

Traduction: Jenny Sigot Müller, WSL
Relecture: Philippe Domont, Zurich

Maquette:
Raffinerie AG für Gestaltung, Zurich

Mise en page: Sandra Gurzeler, WSL

Impression: cube media AG, Zurich
Papier: 100 % Recycling

Tirage: 1100 exemplaires, deux numéros par an. Le Magazine du WSL Diagonale paraît aussi en allemand et en anglais.

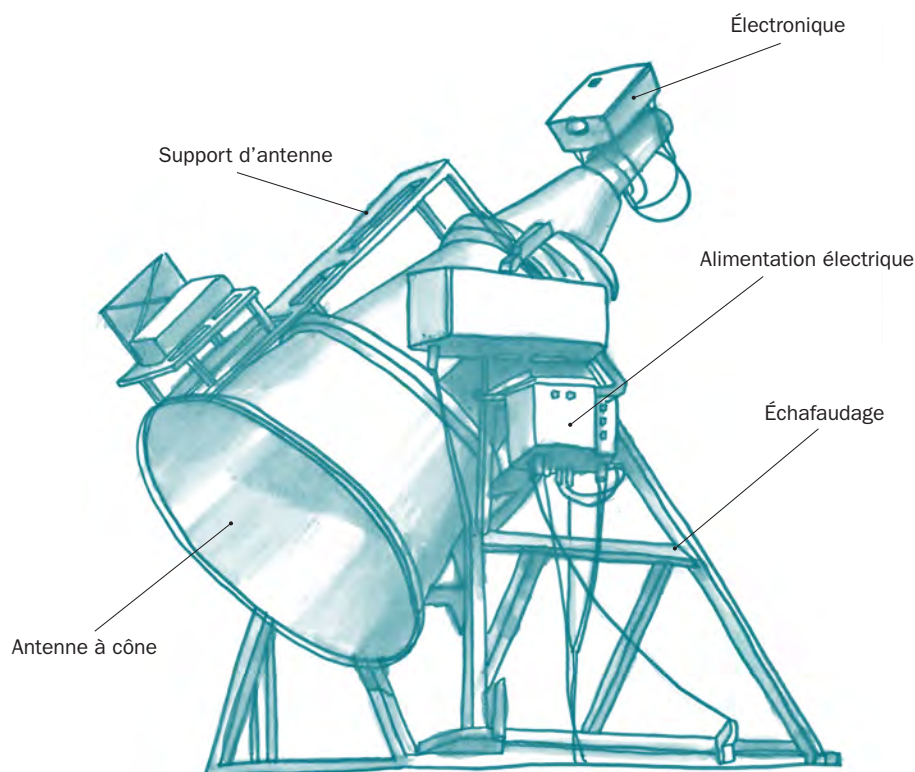
Référence bibliographique:
Institut fédéral de recherches WSL
2021: Magazine du WSL Diagonale,
1/21. 36 p., ISSN 2296-3596

PERSONNES



L'équipe de rédaction de Diagonale,
de gauche à droite: en haut:
Sara Niedermann, Birgit Ottmer,
Beate Kittl; en bas: Claudia Hoffmann,
Sandra Gurzeler, Lisa Bose

LE RADIOMÈTRE



Afin de mieux comprendre le cycle mondial de l'eau et d'augmenter la fiabilité des prévisions météorologiques, des satellites mesurent l'humidité du sol sur Terre. Des radiomètres, développés au WSL notamment, sont utilisés pour les enregistrements comparatifs au sol. Ils se trouvent par exemple à Davos Laret (GR) ou sur le plateau tibétain. Le rayonnement micro-ondes mesuré permet de calculer la quantité d'eau présente dans les sols, dans la végétation et dans la neige.

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



SITES

Birmensdorf

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

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

Lausanne

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

Cadenazzo

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

Sion

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

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/rapportdegestion.

