

DIAGONALE

THÈME CENTRAL

En expédition: entre le Serengeti et la Sibérie

N° 2
21

La forêt du futur:

Aides à la décision
pour les entreprises
forestières, p. 22

Loisirs de proximité:

Ce qui rend le
paysage attrayant,
p. 26

Acné de la neige:

Des boutons auto-répa-
rateurs sur de petites
boules de glace, p. 33

ÉDITORIAL

Chère lectrice, cher lecteur,
Une expédition est toujours un saut dans l'inconnu, une découverte de nouvelles terres. Elle requiert non seulement une préparation minutieuse, mais aussi une bonne dose de courage, de curiosité et une capacité à accueillir la nouveauté, qualités qui caractérisent d'ailleurs aussi les scientifiques. J'en suis convaincue: les connaissances acquises grâce aux expéditions sont nombreuses. Elles nous aident à élaborer des solutions aux problèmes urgents tels que ceux posés par la crise du climat ou la biodiversité. Ainsi, sans une compréhension approfondie des interactions et sans le courage, en sciences, de gagner de nouvelles terres, nous n'arriverons pas à développer de solutions novatrices. Toutefois, la compréhension la plus poussée des interactions sera vaine si sa formulation ne peut pas servir de fondement à la politique et à la société. Les échanges avec vous, chères lectrices et chers lecteurs, comptent de ce fait beaucoup pour moi. Quels sont vos besoins, vos attentes? Quelles questions vous préoccupent? Prenez contact avec nous, lors de conférences par exemple!
La reprise du poste de Directrice au WSL est aussi pour moi personnellement une sorte d'expédition – à des terrains connus, viennent s'ajouter ces «nouvelles terres» que je découvre à l'heure actuelle avec une grande curiosité. Je vous souhaite également une bonne dose de curiosité lors de la lecture de ce nouveau numéro de *Diagonale*!



Beate Jessel
Directrice du WSL



En expédition



UN VOYAGE DANS LE TEMPS AU CŒUR DES CONTRÉES SAUVAGES

Le froid, les ours, la solitude: Andreas Rigling, chercheur au WSL, parle de la quête qui l'a mené dans les recoins les plus extrêmes de la Russie, et des connaissances promises par un tel voyage.

→ **2**

THÈMES-CLÉS

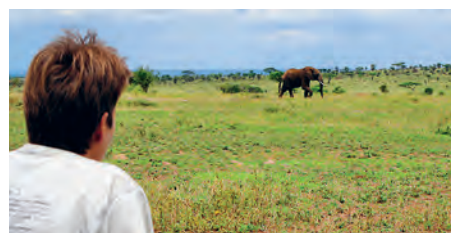
- 22** FORÊT
- 24** PAYSAGE
- 28** DANGERS NATURELS
- 30** BIODIVERSITÉ
- 33** NEIGE ET GLACE



POURQUOI LES EXPÉDITIONS SONT-ELLES NÉCESSAIRES?

Les coûts financiers et écologiques de projets à l'image de l'expédition polaire MOSAiC sont-ils justifiés? Michael Lehning, nivologue au SLF, répond à nos questions.

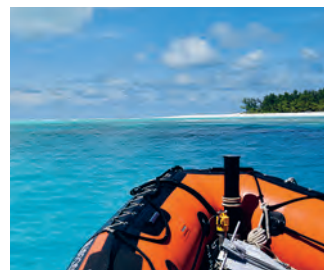
→ **8**



YEUX DANS LES YEUX AVEC LES BISONS ET LES ÉLÉPHANTS

Son travail sur le terrain conduit régulièrement Anita Risch, scientifique, dans les contrées sauvages. Un aperçu de son quotidien quand on partage ses placettes de recherche avec des lions, des éléphants et des bisons.

→ **12**



FRAGILE PARADIS

Grâce à l'analyse de l'ADN environnemental, la surveillance de la biodiversité se trouve simplifiée. Les chercheurs du WSL ont testé la méthode dans le Pacifique.

→ **16**

PORTRAITS

- 21** Dominik Haas-Artho, développeur de logiciels
- 29** Matthias Gerber, ingénieur en informatique
- 34** Gesa von Hirschheydt, biologiste
- 35** IMPRESSUM, À L'HORIZON
- 36** LE SCHMILBLICK: DRONE «HEDGEHOG»

LA RECHERCHE DE TOUT PRÈS Le froid, les ours, la solitude: Andreas Rigling, chercheur au WSL, explique la fascination que les recoins les plus extrêmes de la Russie ont exercée sur lui et révèle les connaissances promises par un tel voyage.

Un voyage dans le temps au cœur des contrées sauvages



De nombreux mélèzes qui poussent ici dépérissent et s'effondrent sur la pierre volcanique. Leur bois y reste conservé pendant longtemps. Grâce à ce bois, les chercheurs du WSL reconstituent le climat de jadis et essaient de déterminer de façon plus précise la date de l'éruption du volcan.



Une bande sombre de lave refroidie barre le paysage. Elle provient d'une éruption du volcan Anyui. Quand celle-ci s'est-elle produite? On ne le sait pas exactement – probablement quelque 250 000 ans plus tôt.

Région d'Anyui dans le nord-est de la Russie.

Photo: Andreas Riegling, WSL

Se tenir sur un bout de terre qu'aucun être humain n'a vraisemblablement foulé avant soi – c'est un sentiment particulier. C'est ce que j'ai vécu en automne 2019 lors de mon expédition dans la région du volcan Anyui, qui se situe dans la partie la plus extrême du nord-est de la Russie. Dans un rayon de cent kilomètres, ne se rencontre aucune trace de civilisation. Aucune maison, aucune route, aucun habitant. Cette zone est en revanche peuplée par les plus grands ours bruns du monde, plus grands encore que les Grizzlys d'Amérique du Nord et – telle était la raison de notre expédition – riche en très vieux arbres.

Leur présence est due à une éruption du volcan Anyui dont une bande de lave de 56 kilomètres de long a calciné la toundra il y a plusieurs milliers d'années. Au bord de cette gigantesque coulée de lave refroidie depuis longtemps croissent de grands mélèzes dont l'espérance de vie est élevée. Leur particularité: lorsqu'ils dépérissent en fin de vie et s'effondrent sur la roche volcanique, leur bois se conserve. Car contrairement à leur déroulement à l'intérieur du sol humide de la toundra, les processus de décomposition sur la roche volcanique sont extrêmement lents. S'y ajoute le froid – les arbres sont ainsi quasiment lyophilisés. Les cernes de leur tronc permettent de reconstituer les fluctuations de températures d'un lointain passé.

Sur la route des os

Pour atteindre ces archives climatiques et environnementales uniques, nous avons tout d'abord pris l'avion pour Moscou, puis encore plus vers l'est, à près de 6000 km de Moscou à vol d'oiseau, jusqu'à la ville de Magadan. Là, nous avons retrouvé



Une vague de froid s'est accompagnée de températures négatives: Andreas Rigling réchauffe ici ses pieds près du poêle à bois sous la tente.

nos collègues de Cambridge, de Krasnojarsk et de Jakutsk. Nous étions neuf en tout: trois chercheurs du WSL et de l'Université de Cambridge, trois chercheurs russes et trois chasseurs suisses armés de fusils pour nous protéger contre les ours. Magadan était jadis un centre du système soviétique de goulags. La ville fut construite dans les années 1930 par les prisonniers dans des conditions inhumaines, tout comme le fut la seule route de la zone qui la relie à Jakutsk, à 2000 kilomètres plus à l'ouest. Aujourd'hui encore, on l'appelle la «Route des os» car des milliers de personnes ont péri lors de sa construction et dans les camps de travail avoisinants.

Nous avons continué notre route dans un avion russe à hélice, un Antonov, jusqu'à la ville minière de Bilibino. Comme cette région recèle de nombreuses ressources naturelles et une centrale nucléaire, elle est en fait inaccessible aux étrangers. Les policiers locaux ont donc effectué leur travail de façon extrêmement minutieuse: ils ont mis près d'une semaine à contrôler nos autorisations! Pendant ce temps, nous étions reclus dans un minuscule appartement à Bilibino. Sans nos collègues russes, cette expédition aurait été impossible.

Dans le royaume des ours

Il ne nous resta finalement qu'une semaine pour explorer les contrées sauvages de la région d'Anyui. Depuis l'hélicoptère de transport, nous avons cherché un endroit riche en arbres et en bois mort. L'hélicoptère nous y a alors déposés. Nous avons dressé nos tentes, avons mis en marche notre générateur, et avons eu peur pendant toute la première nuit. En effet, les excréments frais témoignaient de la présence proche des ours. Cette première nuit, nous avons monté la garde à tour de rôle. Le lendemain, nous avons tendu une corde avec de petites clochettes autour de notre camp, et avons de plus allumé chaque nuit une puissante lampe halogène. Malgré tout, je n'ai jamais bien dormi.

Pendant la journée, les ours posaient moins de problème, nous pouvions toujours faire du bruit pour les effrayer. Grâce à ces mesures de précaution, nous ne nous sommes finalement jamais retrouvés nez à nez avec eux. Nous avons par contre assidûment prélevé des échantillons, dont des rondelles de troncs et des carottes sur des arbres encore vivants et sur du bois mort. La largeur des cernes nous permet désormais de reconstituer les températures estivales des années en question. Les étés chauds, les arbres croissent en effet plus vite et les cernes sont plus larges, les phases plus froides se traduisent en revanche par des cernes plus étroits.

Des siècles dans un tronc d'arbre

Notre échantillon le plus ancien provient d'un mélèze qui a vécu 600 ans – puis est resté au sol pendant environ 400 ans sur la roche volcanique avant que nous ne l'ayons observé. Avec par ailleurs les données des arbres encore vivants, nous pouvons avoir une vue d'ensemble du dernier millénaire. Nous sommes encore en train d'évaluer les données des cernes, mais nous pensons que nous pouvons inscrire l'augmentation de températures des dernières décennies dans le contexte de ce dernier millénaire et rendre visible l'étendue du changement climatique causé par l'être humain.

Nous comptons retourner dans la région d'Anyui, pour y rester cette fois plus longtemps, afin de rassembler des échantillons d'arbres supplémentaires issus de sites plus nombreux. Je me réjouis déjà de ce nouveau voyage car la beauté et le côté sauvage de ce paysage m'ont fasciné. En Suisse, la nature est belle également, mais elle est partout influencée par l'être humain. Dans la région d'Anyui au contraire règne la solitude absolue. La nature est présente dans toute sa pureté, et je la vis là-bas avec plus d'intensité – sans filtre et de façon grandiose, je suis vraiment sous son emprise. Ici encore, alors que je suis assis dans mon bureau, je ressens toujours autant son attrait incomparable. (sru)

Pour en savoir plus sur la recherche dans la région d'Anyui (en anglais): www.wsl.ch/anyui

RECHERCHE GLACIOLOGIQUE **Géants de glace en déclin.** Les immenses glaciers des hautes montagnes d'Asie alimentent en eau des millions de personnes. Quelles conséquences entraîne leur fonte? Francesca Pellicciotti, chercheuse au WSL, étudie la question.



Près du glacier Lirung dans la région de Langtang au Népal: Francesca Pellicciotti déballé l'équipement de mesure – y compris des perches-jauges et des disques durs pour le transfert des données aux stations météorologiques.

D'innombrables et immenses glaciers s'étendent dans l'Himalaya et les hautes montagnes voisines. Après les pôles, ils constituent la troisième plus grande masse de glace sur Terre et alimentent en eau une immense zone de 250 millions de personnes environ – du Tadjikistan à la Chine, en passant par le Pakistan, l'Inde, le Népal et le Tibet. Or, «sur fond de changement climatique, ces glaciers perdent vite de la masse», constate Francesca Pellicciotti, cheffe de groupe au WSL, qui a étudié sur place avec son équipe plusieurs glaciers de Haute-Asie. Les chercheurs ont entre autres mesuré la largeur et l'épaisseur de la glace avec des perches-jauges et effectué des relevés par drone. Grâce aux données recueillies, ils ont mis au point des modèles informatiques afin de prédire l'évolution future: d'ici à 2090, le volume des glaciers de Haute-Asie aura tellement diminué qu'ils ne pourront plus fournir que la moitié de la quantité d'eau actuelle. «C'est un désastre car de nombreuses régions connaissent déjà une pénurie d'eau, source de conflits dans la population», explique Francisca Pellicciotti.

Certaines questions demeurent encore sans réponse: par quels facteurs la vitesse de disparition des glaciers est-elle influencée, et de quelle façon? Or, les connaissances issues des Alpes, objet de nombreuses études, ne peuvent être transposées aux glaciers de Haute-Asie. Ceux-ci se situent à plus haute alti-

tude et ont une topographie plus rugueuse, avec des dénivelés marqués, des falaises et des gorges. De plus, ils sont souvent recouverts d'éboulis originaires des crêtes alentour. « Cette couche d'éboulis devrait en fait protéger la glace et ralentir la fonte des glaciers », précise Francesca Pellicciotti. Mais les mesures ont révélé que les glaciers recouverts d'éboulis s'amenuisaient tout aussi vite que les autres.

La chercheuse vient de clarifier cette apparente contradiction: les falaises à pic des glaciers ne sont pas recouvertes d'éboulis. D'après ses mesures, elles



Pour de plus amples informations sur les glaciers asiatiques: www.wsl.ch/disparitiondeglaclers

Test d'une station météorologique automatique dans le glacier de Kyzylsu au Tadjikistan. La glace, à cet endroit, est cachée par une couche de quinze centimètres d'éboulis.

constituent de véritables foyers de fonte qui entraînent la disparition de la glace avoisinante. Dans un glacier au Népal par exemple, ces structures sont responsables d'un tiers des fontes totales de glace.

Végétation protectrice

Afin de poursuivre sa recherche, Francesca Pellicciotti a reçu en 2017 l'une des bourses ERC tant convoitées. Elle souhaite notamment résoudre l'énigme des glaciers dans les montagnes du Karakorum au Tadjikistan. Ce sont en effet les seules au monde qui restent inchangées actuellement. « Pourquoi? Nous ne le savons pas », reconnaît-elle. Elle a toutefois une hypothèse: les masses de glace proviennent de l'eau qui s'est évaporée des buissons et des arbres proches des glaciers et qui est retombée sur eux sous forme de neige. Pour vérifier son hypothèse, la chercheuse veut désormais mesurer et modéliser le régime des eaux de la végétation. Il est tout à fait possible, selon elle, que la végétation joue un rôle important dans le cycle de l'eau des glaciers.

(sru)

ENTRETIEN **Les expéditions polaires ont une influence négative sur le climat, mais elles sont nécessaires à sa protection.** De toutes les expéditions polaires, l'expédition MOSAiC entreprise en septembre 2019 était la plus complexe et la plus coûteuse. Qu'apportent véritablement de tels projets, et leurs coûts financiers et écologiques sont-ils justifiés? Michael Lehning, nivo-logue au SLF, répond à nos questions.

Michael Lehning, avec votre groupe de recherche, vous avez participé à l'expédition MOSAiC. Plus de quatre cents chercheurs ont voyagé jusqu'en Arctique pour un coût de 140 millions d'euros. Une expédition de cette envergure était-elle vraiment nécessaire?

ML: C'est une question justifiée que nous nous sommes nous-mêmes posée. Nous avons ainsi évalué notre participation de façon critique. Il ne s'agissait pas de coûts en premier lieu, mais surtout de consommation énergétique et d'émissions de CO₂. Il était clair d'emblée que cela impliquait de gros volumes – plus de sept mille tonnes de diesel consommé et des émissions CO₂ qui s'élevaient à plus de 22 000 tonnes rien que pour le navire de recherche «Étoile polaire». Prisonnier des glaces en Arctique, il a dérivé pendant toute une année. Pour les mêmes émissions de CO₂, un passager pourrait effectuer quelque 17 000 vols en avion de Zurich à New York. S'y sont ajoutés les voyages avec les brise-glaces d'approvisionnement qui ont acheminé à de multiples reprises de nouvelles équipes et du ravitaillement.



Michael Lehning est responsable du groupe «Processus de la neige» au SLF et professeur à l'EPFL.

Qu'est-ce qui vous a tout de même motivé à participer à l'expédition MOSAiC?

Lorsque le projet s'est concrétisé, il est apparu clairement qu'il s'agissait d'une occasion unique. La banquise arctique influe en effet grandement sur le climat mondial. Il était dès lors important de connaître son état et les répercussions que cela entraîne, ne serait-ce que sur l'élévation du niveau de la mer. Que la banquise arctique ne survive pas très longtemps au réchauffement climatique est en outre prévisible. Nous devions donc l'étudier avant qu'il ne soit trop tard. On ne disposait jusqu'alors que de rares connaissances sur elle parce qu'il est impossible d'installer des systèmes de mesure fixes dans l'Arctique, la banquise dérivant, fondant, se désagrégeant et se recomposant à nouveau. Emprisonner un navire de recherche au milieu des glaces tout un hiver était de ce fait la seule possibilité d'étudier la glace sur l'ensemble du cycle, de la congélation au dégel. Plusieurs examens ont aussi pu être réalisés en une seule fois. Ainsi, les ressources investies ont été utilisées de façon optimale et une quantité énorme de données de mesure ont été collectées.



Même lorsque le navire de recherche était complètement prisonnier des glaces, ses moteurs devaient fonctionner en permanence – pour le chauffage, la lumière et la cuisine, mais aussi pour l'exploitation des appareils de mesure scientifiques.

Par exemple?

L'une des équipes de recherche a installé une tour avec des capteurs météorologiques sur la glace. Ceux-ci ont mesuré les conditions météorologiques à différentes altitudes, telles que la température, l'humidité de l'air, la vitesse du vent et les rayons du soleil. Des relevés précis de ces données requièrent beaucoup de temps, mais celles-ci sont nécessaires pour de nombreux groupes de recherche. Même les équipes qui ont examiné l'eau sous la glace ont besoin de données atmosphériques, y compris mon groupe pour nos analyses nivologiques. Et si l'on arrive à étudier, depuis un seul endroit, la répartition de la neige, l'évolution de la banquise et les processus sous la glace, c'est extrêmement précieux au niveau scientifique. Cela nous aide à mieux comprendre ces processus interconnectés et à les représenter dans des modèles informatiques.

L'expédition a-t-elle ainsi valu la peine?

On ne pourra répondre de façon définitive à cette question que dans dix ans environ, lorsqu'il sera possible d'évaluer l'ensemble des résultats de MOSAiC en les comparant à d'autres résultats de recherche. De premiers résultats ont toutefois été publiés et mon groupe de travail est également en train de rendre publics les premiers résultats de nos études de MOSAiC. Ils portent par exemple sur la répartition de la neige, les endroits où celle-ci reste sur la glace ou la façon dont elle est disséminée par le vent. Plus nous pourrions intégrer dans des modèles climatiques de façon exhaustive les processus en œuvre dans la neige, la glace, l'eau et l'atmosphère, plus les prévisions des évolutions futures seront crédibles. Ces évolutions dépendront entre autres de la façon dont l'Humanité réussira à convenir de mesures effi-

caces à l'encontre du réchauffement climatique.

Qui garantit que les avantages et les coûts d'une expédition s'équilibrent?

En tant que communauté scientifique, nous devons y veiller. Au niveau des grands projets et des institutions, la question est prise très au sérieux. Le grand public a le droit d'être informé des avantages et des atteintes à l'environnement liés à de tels projets. Prendre conscience du fait que toute recherche n'atteigne pas forcément un objectif déterminé me semble néanmoins important. Il faut souvent attendre qu'une avancée majeure ait lieu et que les ressources investies en valent la peine. Ne pas concéder ce point en recherche empêcherait tout progrès.

Quelle est l'importance d'un comportement écologique pour vous personnellement?

Elle est très grande. J'habite moi-même dans une maison à énergie positive dont les besoins énergétiques sont largement couverts par l'énergie solaire, et je conduis une voiture électrique.

En quoi est-ce compatible avec une participation à une grande expédition?

Je sais qu'il semble contradictoire que des chercheurs effectuent un voyage complexe jusqu'aux pôles et qu'ils proclament en même temps l'importance de protéger le climat. C'est justement cela le paradoxe: devoir porter une atteinte supplémentaire au climat pour mieux le comprendre et le protéger.

Aussi notre groupe en déplacement est-il le plus restreint possible lors de nos propres expéditions de petite dimension en Antarctique. Pour nos mesures, nous avons par exemple recours à la station de recherche «Princess Elisabeth» exploitée uniquement grâce à des sources d'énergies renouvelables. Et pour l'équipement, nous nous limitons au strict nécessaire. Nous utilisons de surcroît notre expertise sur la neige et le vent pour rechercher comment mettre sur pied en Suisse un approvisionnement en énergies renouvelables compétitif sur le marché, et le plus indépendant possible vis-à-vis de l'étranger.

Comment procédez-vous alors?

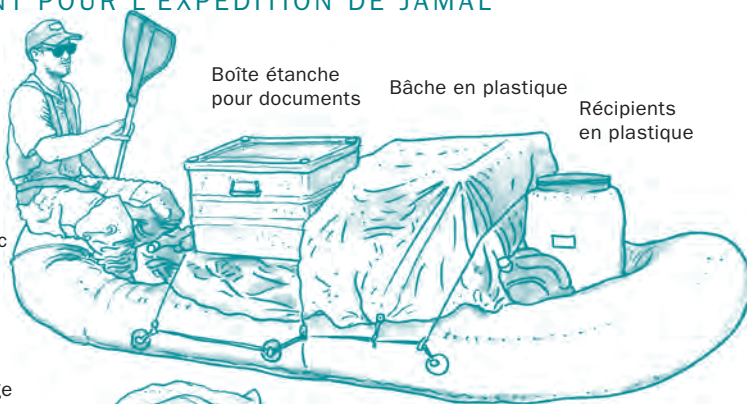
Nous avons ainsi démontré récemment que les installations photovoltaïques dans les domaines skiables affichaient un rendement supérieur à celles en plaine. C'est d'une part lié à l'absence de brouillard en altitude et à une atmosphère plus fine et plus sèche. D'autre part, la réflexion de la lumière à travers la neige augmente le rendement énergétique. Il importerait de prendre davantage en considération ce facteur lors de la planification. Avec des installations idéalement placées, il serait ainsi également possible de produire beaucoup d'énergie renouvelable en hiver. *(sru)*

«La banquise arctique a une grande influence sur le climat mondial – d'où l'importance d'étudier son évolution.»

ÉQUIPEMENT POUR L'EXPÉDITION DE JAMAL



Canot pneumatique avec pagaie

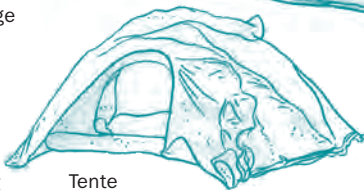


Cape imperméable



Sac de couchage

Matelas de camping



Tente



Sac à dos avec vêtements et objets personnels



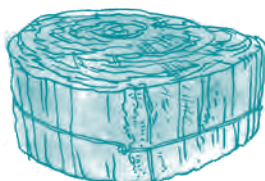
Fil de fer



Étiquettes vierges



Corde



Rondelles collectées

Boîtes imperméables avec des aliments pour 35 jours



Bouteilles en PET avec flocons de céréales



Pince



Pelle



Tronçonneuse et chaînes de rechange



Bidon d'essence



Kit de premier secours



Ruban métrique



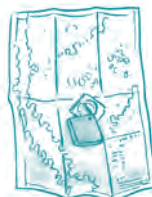
Coussin de camping



Hache



Épuisette



Cartes



Chaussettes de laine



Bottes de pêcheurs



Chapeau avec moustiquaire



Spray anti-moustiques



Appareil-photo



Bloc-notes et crayon



Drone pour les photos aériennes



Lampe frontale



Appareil GPS



Téléphone satellite



Cafetière



Crocs



Ustensiles de cuisine

En faisant leurs bagages pour leur expédition vers la péninsule de Jamal, dans le nord-ouest de la Sibérie (voir la carte du Monde en haut), Patrick Fonti, dendrochronologue au WSL et ses trois collègues chercheurs, ne devaient rien oublier d'important. Dans ces contrées sauvages, ils étaient en effet livrés à eux-mêmes. Sur une distance totale de 300 kilomètres ils ont descendu le cours de la rivière solitaire de Tanlavaya en payant. Sur leur parcours, ils ont régulièrement scié d'épaisses rondelles de troncs d'arbres conservés dans la boue de la rivière afin de les analyser ultérieurement en laboratoire. Ils ont transporté la totalité de ces 500 rondelles de tronc et leur équipement dans quatre canots pneumatiques seulement.



Anita Risch, chercheuse du WSL, mesure l'activité des organismes du sol sous un cadavre de wapiti fortement décomposé. Le matériau qui ressemble à du foin est le contenu de l'estomac.

Photo: Joseph Bump

LA RECHERCHE AVENTURE **Yeux dans les yeux avec des bisons et des éléphants.** Depuis plus de vingt ans, Anita Risch passe plusieurs mois par an dans des contrées sauvages pour son travail sur le terrain. À quoi s'apparente le quotidien de celle qui partage ses placettes de recherche avec des lions, des éléphants et des bisons?

Les archives photographiques d'Anita Risch ressemblent au scénario d'un film d'aventures: des éléphants et des hyènes passent devant elle à quelques dizaines de mètres dans le parc national tanzanien de Serengeti. Des traces de pattes d'un grizzli, de plus de quinze centimètres de largeur, sont imprimées dans la boue. Un énorme bison se tient juste à côté de l'une de ses placettes de recherche dans le parc national de Yellowstone aux États-Unis. «Quand un bison se trouve soudain derrière toi en train de mastiquer bruyamment, il faut absolument garder ton calme», met en garde Anita Risch. «Tu lui parles et attends qu'il s'en aille.» Ce que d'autres trouveraient effrayant est pour elle une motivation de plus pour continuer. Regarder yeux dans les yeux un wapiti en période de rut? La jeune femme de 47 ans trouve cela «fascinant». Même si le cœur bat alors un peu plus vite.

Anita Risch est cheffe du groupe du WSL sur les interactions plantes-animaux. Ces vingt dernières années, elle a passé un à deux mois par an dans la «nature sauvage» en Suisse et à l'étranger. Grâce à sa recherche, elle veut découvrir la façon dont de grands animaux herbivores, des insectes, des plantes et des organismes du sol interagissent dans des prairies naturelles. De tels écosystèmes, qu'ils appartiennent à la chaude savane africaine, à la froide toundra du Grand Nord ou à la montagne, couvrent environ un tiers de la surface terrestre, et abritent une énorme diversité d'espèces.

«Je trouve passionnant de se trouver au cœur de ces écosystèmes qui fonctionnent encore de façon naturelle, là où les animaux peuvent par exemple toujours se déplacer sur de grandes distances», déclare la chercheuse. Mais savanes et prairies sont souvent aussi de bons terrains agricoles. Des conflits naissent donc fréquemment entre les humains et les animaux: les clôtures sillonnent les routes migratoires des animaux sauvages qui, à leur tour, dévorent les cultures ou tuent des animaux domestiques, devenant ainsi la cible des chasseurs. La recherche d'Anita Risch aide à mieux comprendre les écosystèmes herbeux et de ce fait à les protéger.

Les cadavres sont sources de nouvelle vie

Un premier temps fort se situe pour elle entre 2004 et 2006 dans le parc national de Yellowstone. Elle eut alors la possibilité d'étudier l'influence des bisons et des wapitis sur le bilan carbone des prairies. En 2017, à nouveau dans ce même parc, elle chercha ce qu'il advenait aux nutriments provenant d'animaux déchiquetés par les loups. Pour des raisons de sécurité, son collègue Joe Bump et elle purent uniquement approcher des cadavres datant de plus de quarante



On apprend à gérer les visiteurs mastodontes – on leur laisse le terrain de recherche et l'on attend qu'ils s'en aillent. Un bison dans le parc national de Yellowstone (États-Unis).

Pour en savoir plus
sur les cadavres
dans le parc national de Yellowstone:
www.wsl.ch/cadavres

jours. Avant, le risque de se retrouver face à des grizzlis était trop grand. Selon plusieurs études, des communautés spéciales de microorganismes décomposent les cadavres et créent ainsi des îlots de nutriments sur lesquels prospèrent des plantes nutritives pour les herbivores.

Lorsque l'on effectue des recherches dans des endroits sauvages, la prudence est de mise. Dans ces zones qui ne lui sont pas familières, Anita Risch travaille le plus souvent avec des personnes qui connaissent très bien les lieux. Il importe aussi de respecter certaines règles de base, par exemple de ne pas sillonner en toute liberté les espaces du Serengeti – on ne distingue déjà quasiment plus les lions dans les herbes très courtes. Aller aux toilettes se révèle très compliqué: «on cherche un buisson, puis on le contourne en voiture pour être sûr qu'aucun animal ne s'y cache». C'est seulement après que l'on peut sortir de la voiture. Et si des éléphants s'approchent de trop près, tout le monde saute dans la voiture – la clé de contact est toujours en place et le véhicule toujours garé dans le sens de la fuite.

À ce jour, il ne lui est jamais rien arrivé lors de ses rencontres avec de grands animaux – mais elle a souffert de plus petits. En Afrique, une piqûre infectée de mouche tsé-tsé a causé une septicémie, loin de tout docteur et de tout hôpital. Elle est persuadée que ce sont les petites bêtes les plus dangereuses. Heureusement, les antibiotiques qu'elle avait emportés ont agi et elle était bientôt guérie.

Le Parc national suisse où l'équipe d'Anita Risch gravit et redescend des versants de montagne pendant des journées entières est un peu moins dangereux que la savane africaine. Les interactions entre les animaux, les plantes et le sol y sont étudiées sur des pelouses alpines. Ce travail n'est toutefois pas sans danger: par temps humide, il est facile de glisser et de faire une chute.



Anita Risch avec les cornes d'un wapiti décheté par les loups, dans le parc national de Yellowstone (États-Unis).

Échantillons interdits d'ADN

Plus que le corps, les nerfs sont éprouvés par les obstacles bureaucratiques qui freinent les autorisations de recherche et d'exportation de matériaux biologiques. «La bureaucratie requiert de la patience», constate Anita Risch. À ce jour, seul un projet a échoué pour cette raison. Elle avait collecté des échantillons de sol avec une collègue japonaise dans la forêt tropicale de Malaisie, afin d'étudier l'influence de la carence en sel sur les bactéries du sol, via des analyses d'ADN. Or par la suite, la Malaisie a ratifié le protocole de Nagoya qui réglemente l'accès aux ressources génétiques. Travailler à l'étranger avec des échantillons d'ADN malaisien devenait interdit de façon rétroactive. «Cela est vraiment frustrant», reconnaît-elle. Les échantillons non traités se trouvent toujours dans un congélateur au WSL.

Pour sa thèse de doctorat et ses post-doctorats consécutifs, Anita Risch a passé en alternance quelques années aux États-Unis et en Suisse, avant de postuler en 2006 au WSL pour son emploi actuel. Ses expéditions sont le fruit de ses contacts noués de façon personnelle, des échanges qui donnent naissance à de nouveaux projets. «Ma force consiste à mettre des personnes en réseau et à rapprocher différentes disciplines», affirme-t-elle. La prochaine étape sera – après la pandémie de coronavirus – l'Australie où elle aimerait étudier les interactions entre des plantes et animaux introduits – comme les vaches, les moutons et les lapins –, avec la flore et la faune indigènes, et avec le sol. Anita Risch souhaite rester sur le terrain: «J'apprécie de pouvoir voir et vivre moi-même l'objet de mes recherches.»

(bki)

BIODIVERSITÉ **Fragile paradis.** Surveiller l'état de la biodiversité est compliqué et onéreux. Or cela devrait changer – grâce à l'analyse de l'ADN environnemental. Des chercheurs du WSL ont testé cette méthode dans une zone protégée du Pacifique.

À première vue, il s'agit seulement de quelques discrètes falaises qui surgissent de la mer à 500 kilomètres des côtes colombiennes. Mais les eaux aux alentours de la petite île de Malpelo sont un paradis naturel: différents courants marins s'y rencontrent, qui apportent des nutriments et sont sources d'une vie explosive. Plus de quatre cents espèces de poissons se pressent dans des bancs parfois immenses, dont un nombre particulièrement élevé d'espèces de requins à l'image du requin-marteau ou du requin baleine menacés.

Avec son exceptionnelle diversité des espèces, Malpelo attire non seulement les plongeurs, mais aussi les chercheurs. Parmi eux, Loïc Pellissier, professeur assistant à l'ETH Zurich et chef du groupe de recherche du WSL Écologie du paysage. Il étudie les réactions de la biodiversité aux changements mondiaux. En 2018, il a voyagé avec une équipe internationale d'expédition jusqu'à Malpelo. L'objectif: tester une méthode qui simplifierait à l'avenir la mesure de la diversité des espèces. «C'est seulement si nous connaissons bien la biodiversité que nous pourrons la protéger», explique-t-il.

Et il est urgent de le faire. En effet, à l'échelle mondiale, des écosystèmes uniques tel que celui de Malpelo sont menacés. Interventions humaines, pollu-



Un appareil dans les fonds marins effectue des enregistrements vidéo des espèces qui nagent devant lui – ici c'est une plongeuse de l'équipe de l'expédition qui est filmée.

Photos: Olivier Borde/Les Explorations de Monaco



Un participant à l'expédition manipule un échantillon d'eau de mer. Celui-ci, qui contient de l'ADN de diverses espèces animales, sera analysé ultérieurement en laboratoire.

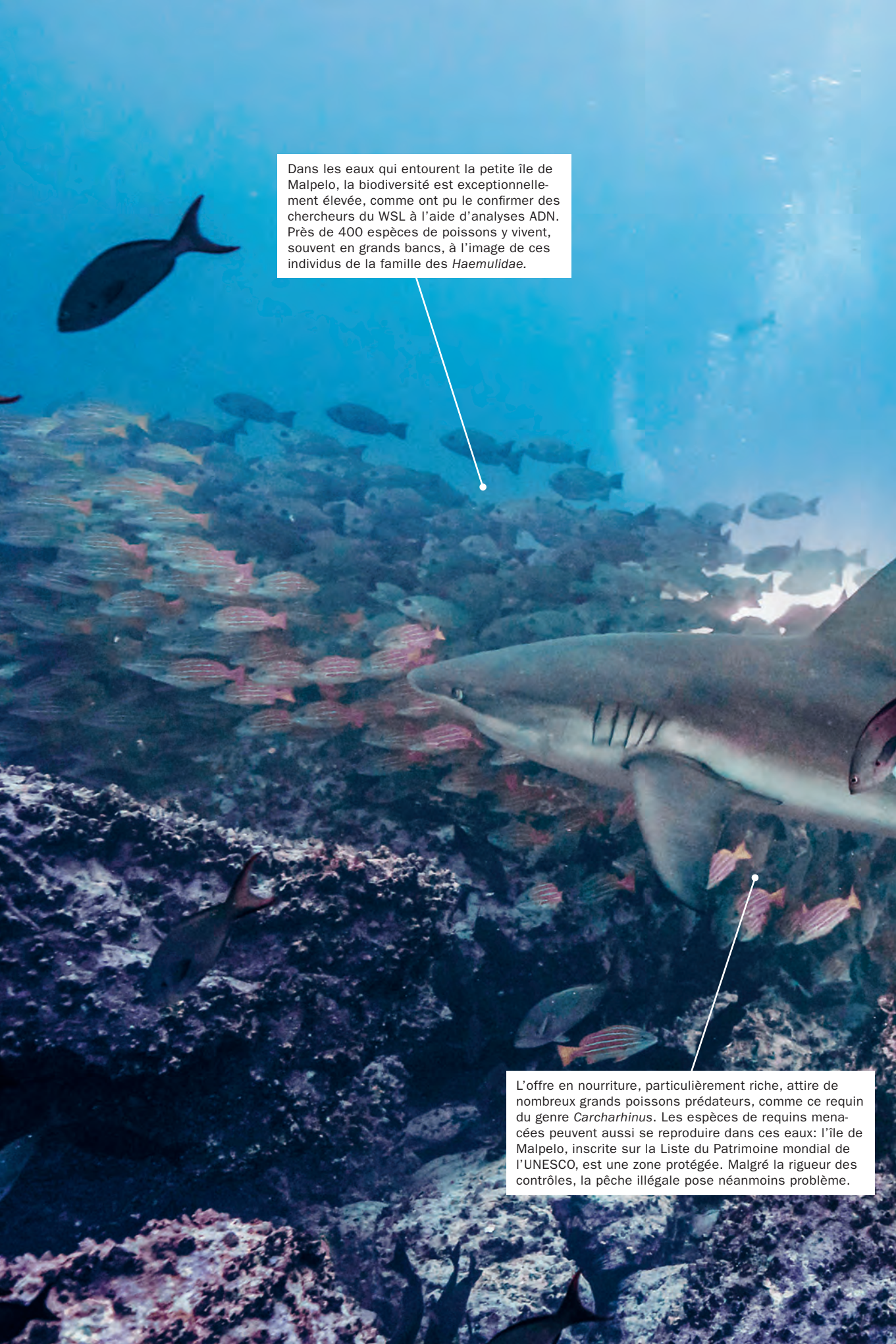
Expédition
vers Malpelo:
[www.wsl.ch/
malpelo-expedition](http://www.wsl.ch/malpelo-expedition)

tion atmosphérique et réchauffement climatique entraînent l'extinction d'espèces animales et végétales à une vitesse sans précédent. «Nous avons besoin de la biodiversité, elle est le fondement même de notre existence», assure Loïc Pellissier. Or souvent, on ne connaît même pas l'état actuel de ces écosystèmes. La collecte de données est en effet compliquée et coûteuse. Maints endroits sont difficilement accessibles et il faut des spécialistes connaissant les espèces. Les relevés sont dès lors souvent ponctuels, peu répétés et se concentrent la plupart du temps sur quelques rares espèces facilement détectables.

Les organismes vivants laissent des traces

La méthode appliquée non seulement par Loïc Pellissier, mais aussi par de plus en plus de chercheurs du monde entier, pourrait résoudre ces problèmes. Elle révèle la présence d'espèces de façon indirecte, grâce à l'ADN environnemental, soit l'eADN. Pour les cours d'eau, un échantillon d'eau suffit. Les organismes vivants laissent en effet des déjections dans l'eau, ou ils perdent des cellules mortes de la peau qui contiennent leur patrimoine génétique. Ces traces d'ADN sont filtrées de l'eau et décryptées en laboratoire. Comme chaque espèce a son ADN caractéristique, les chercheurs peuvent identifier les différentes espèces et déterminer ainsi la composition de ces espèces. Ils comparent donc l'ADN trouvé aux bases de données où sont souvent enregistrées les séquences génétiques de nombreux organismes.

La méthode a originellement été développée pour des bactéries, cela fait seulement quelques années qu'elle s'applique à d'autres organismes vivants. «Nous nous demandions si elle fonctionnerait également pour les poissons ou les baleines», précise Loïc Pellissier. Ce fut l'objet d'étude de l'expédition de Malpelo: vérifier si, à l'aide de l'eADN, autant d'espèces animales étaient re-

A vibrant underwater photograph showing a massive school of small, colorful fish (likely Haemulidae) swimming in a clear blue sea. In the foreground, a large grey shark (Carcharhinus) is visible, swimming towards the left. The bottom of the frame shows a rocky, coral-covered seabed. Two white lines with dots at the end point from text boxes to specific areas of the image: one points to the upper part of the fish school, and the other points to the shark.

Dans les eaux qui entourent la petite île de Malpelo, la biodiversité est exceptionnellement élevée, comme ont pu le confirmer des chercheurs du WSL à l'aide d'analyses ADN. Près de 400 espèces de poissons y vivent, souvent en grands bancs, à l'image de ces individus de la famille des *Haemulidae*.

L'offre en nourriture, particulièrement riche, attire de nombreux grands poissons prédateurs, comme ce requin du genre *Carcharhinus*. Les espèces de requins menacées peuvent aussi se reproduire dans ces eaux: l'île de Malpelo, inscrite sur la Liste du Patrimoine mondial de l'UNESCO, est une zone protégée. Malgré la rigueur des contrôles, la pêche illégale pose néanmoins problème.



Sur les roches tombant à pic se développent des coraux sur lesquels vivent plus de 340 espèces d'escargots et d'autres mollusques.

censées qu'avec une méthode traditionnelle d'identification d'espèces. Pour ce faire, des plongeurs ont effectué des enregistrements du monde animal aquatique à l'aide de caméras vidéo. En parallèle, les chercheurs ont collecté des échantillons d'eau pour l'analyse ADN.

«Notre travail a été un succès total», se réjouit Loïc Pellissier. Grâce aux analyses de l'eADN, les chercheurs ont non seulement répertorié les espèces découvertes lors de leurs plongées et captées par leurs enregistrements vidéo, mais aussi de nombreuses autres. L'une d'entre elles était une espèce rare de baleine farouche, le cachalot nain (*Kogia sima*), que personne n'avait aperçue jusqu'ici aux abords de Malpelo. Des expériences similaires ont été menées aux abords de l'île des Caraïbes appelée Providencia, et dans le lit des rivières de la forêt primaire colombienne, en collaboration avec des scientifiques de l'Institut colombien de recherche maritime et côtière d'Invemar. «Nous avons alors pu perfectionner notre méthode en vue d'une application routinière.»

Un réseau mondial en construction

Il est prévu d'utiliser les analyses d'eADN pour mettre sur pied un monitoring mondial à long terme de la biodiversité. Tel est l'objectif du projet gigantesque «Vigillife» auquel participent aussi Loïc Pellissier et son groupe. À l'origine de ce projet se trouve l'entreprise française de biotechnologies Spygen, rejointe ensuite par quelque vingt institutions de recherche et entreprises. Grâce à l'analyse d'échantillons d'eau et de sol à des milliers d'endroits, l'objectif est de suivre les changements dans les écosystèmes et de détecter à temps les menaces, par exemple l'apparition d'espèces invasives. Les décideurs peuvent utiliser les informations pour planifier des mesures de protection.

Loïc Pellissier participe actuellement à un projet franco-suisse qui met au point un monitoring à long terme du Rhône. Pour qu'il soit d'envergure mondiale, beaucoup de pays doivent toutefois contribuer à ce monitoring. Comme l'analyse de l'ADN environnemental est relativement bon marché, cette solution pourrait s'avérer plus simple pour les pays plus pauvres. «Des connaissances sur place sont toutefois nécessaires», indique Loïc Pellissier. C'est pourquoi, avec d'autres participants à l'expédition, il soutient la création d'un laboratoire d'analyses en Colombie.

Son histoire personnelle est aussi liée à ce pays: lors de l'expédition de 2018, il a rencontré celle qui allait devenir son épouse, une chercheuse colombienne. Deux ans plus tard, pour leur lune de miel, ils sont retournés tous deux sur l'île des Caraïbes de Providencia où ils avaient précédemment effectué leurs recherches. Mais l'île venait d'être dévastée par un cyclone, et l'endroit paradisiaque détruit. Pour Loïc Pellissier, ce fut une expérience marquante: «C'est à ce moment-là que j'ai compris à quel point la nature était vulnérable.»(cho)



Dominik Haas-Artho, Birmensdorf

«J'aime passer du temps dans le quartier de Lochergut, à Zurich-Wiedikon. On y trouve quelques restaurants asiatiques aux mets délicieux qui me rappellent mes voyages en Asie orientale. Mon préféré est de loin «Miki Ramen», les soupes aux nouilles ramen y sont vraiment succulentes.»

PRÉSENTER LES DONNÉES ENVIRONNEMENTALES DE FAÇON COMPRÉHENSIBLE

Dominik Haas-Artho est développeur de logiciels pour le portail de données environnementales [envidat.ch](https://www.envidat.ch). C'est sur EnviDat que sont publiées les données issues des projets de monitoring et de recherche du WSL. Dominik Haas-Artho conçoit le site

Internet pour une utilisation aussi simple que possible de ces données environnementales. «Mon travail me plaît car les thèmes de l'environnement et de la durabilité sont importants pour moi et le WSL me permet d'œuvrer dans ce sens.» (bki)

FORÊT Un nouvel outil aide les entreprises forestières à planifier les prestations forestières du futur



Plus ou moins de coupes de bois? Les décisions prises aujourd'hui par les forestiers influencent les prestations futures de la forêt.

Pendant des siècles, les forestiers et propriétaires de forêt ont surtout planifié en tablant sur des rendements optimaux de l'exploitation du bois. Or aujourd'hui, les forêts doivent remplir les fonctions les plus diverses, par exemple purifier l'eau et l'air, protéger des dangers naturels, abriter la diversité naturelle, absorber le carbone et servir de lieu de détente. La stratégie de l'exploitation forestière influe sur le choix des prestations forestières qui seront encouragées. «Cela rend la planification des entreprises toujours plus complexe et difficile à gérer», explique Timothy Thrippleton du groupe du WSL Gestion forestière durable.

Aussi ses collègues et lui ont-ils développé au WSL une aide à la décision qui permette aux entreprises forestières de simuler les prestations susceptibles d'être plus ou moins bien

offertes dans l'avenir par leurs forêts. Le prototype associe un modèle suisse de croissance forestière aux données sur les entreprises forestières et sur les critères déterminant la qualité de l'offre de certaines prestations. Il est possible de modifier le type d'exploitation et le climat futur.

Les chercheurs ont ainsi effectué des simulations jusqu'à l'année 2060 pour trois entreprises forestières. Pour deux d'entre elles, situées sur le Plateau, ils ont défini le rendement ou encore la biodiversité et la qualité des loisirs comme objectif principal, pour celle des Préalpes la fonction protectrice. Il s'est avéré que deux des entreprises appliquaient déjà une forme d'exploitation qui générerait un bénéfice global maximal. «Cela démontre que dans ces entreprises, l'exploitation du bois est déjà très durable», indique Timothy Thrippleton. D'ici

à 2060, seule une entreprise pourrait mieux atteindre l'objectif de la biodiversité et de la valeur récréative de la forêt avec une exploitation réduite de bois. L'étude a en outre révélé que pour toutes un renoncement total à l'exploitation du bois serait l'option la moins avantageuse globalement.

«Notre modèle peut aider les entreprises forestières à choisir une stra-

tégie d'exploitation qui s'appuie sur une base scientifique», conclut Timothy Thrippleton. Le prototype est né dans le cadre du projet du Programme national de recherche «Économie durable». Une interface utilisateur qui rendra l'outil accessible à tous est en cours de préparation. (bki)

www.wsl.ch/prestationsforestieres

FORÊT La sécheresse stoppe le transport des sucres vers les racines

Faute de pluie pendant une longue période, les microbes du sol en forêt tombent en quelque sorte en léthargie. Normalement, ces bactéries et champignons aident l'arbre à absorber les oligoéléments et l'eau, recevant en échange comme nourriture des hydrates de carbone sous forme de sucre. Si leur besoin en sucre est moindre, la demande diminue et l'arbre stoppe le transport de celui-ci du houppier vers les racines.

C'est ce que révèlent de premiers résultats d'un essai à vaste échelle effectué par des chercheurs du WSL dans le Bois de Finges en Valais: pendant quelques heures, ils ont emballé les houppiers de pins centenaires dans des sacs plastiques et les ont laissé «respirer» le dioxyde de carbone (CO₂), marqué à l'aide d'isotopes stables, à partir duquel les arbres forment des sucres. Le marquage permet de suivre le transport de ces sucres. Au bout de quatre jours seulement, ils étaient détectés dans le sol et un an plus tard, ils étaient toujours acheminés depuis le tronc et les aiguilles jusqu'au sol.

Le transport de sucre stoppé par la sécheresse redémarrait immédiatement après la chute d'une averse et



Des pins emballés dans le Bois de Finges (VS), une forêt où les conditions de sécheresse sont à la limite du tolérable pour cette essence.

stimulait l'activité microbienne. «Les arbres peuvent ainsi à nouveau former des racines et absorber des nutriments», explique Arthur Gessler, responsable de l'étude et spécialiste en écologie forestière. C'est seulement en cas de temps sec de longue durée que les racines poussent moins bien et à leur image, les feuilles et le bois. Les arbres emmagasinent de ce fait une quantité moindre de CO₂. Si, sur fond de changement climatique, la sécheresse s'accroît ainsi l'été dans certaines régions, les forêts pourraient moins stocker de gaz à effet de serre qu'escompté. (bki)

www.wsl.ch/bois-de-finges

PAYSAGE Pour devenir des adultes engagés, chers enfants, passez du temps dans la nature!



Les enfants qui ont passé beaucoup de temps à jouer en toute liberté dans la nature auront plutôt tendance, à l'âge adulte, à s'engager en faveur de l'environnement.

La crise du climat et de la biodiversité sont des défis énormes pour notre société. Pour les relever, chacun d'entre nous devrait s'engager en faveur de la protection de la nature et de l'environnement. Or la réalité est toute autre: certaines personnes le font, beaucoup d'autres pas. Ilka Dubernet, spécialiste en sciences des données, a voulu découvrir leurs raisons.

Elle a soupçonné que le temps passé dans la nature pendant l'enfance était déterminant pour l'engagement environnemental à l'âge adulte. On sait déjà que ces moments influent sur l'importance accordée à la protection de la nature et de l'environnement. Mais entre «trouver

important» et «s'engager», le pas est immense.

Ilka Dubernet a donc interrogé près de mille personnes pour savoir à quelle fréquence et dans quelles circonstances elles passaient, enfants, du temps dans la nature. À cet effet, elle a développé et testé un questionnaire. Cela a l'air plus simple que cela ne l'est vraiment. La seule expression «moments passés dans la nature» n'est pas évidente. Une heure dans le bac à sable entre les immeubles, ou du temps à jouer sur le terrain de foot dans la cour de récréation, sont-ils considérés comme de tels moments ou ces derniers impliquent-ils que l'on se rende en forêt, dans des prairies ou des contrées sauvages? La solution d'Ilka Dubernet est ingénieuse. La cour en asphalte de l'école ou la route comptent aussi peu que le chemin emprunté pour se rendre à l'école ou pour faire ses courses; les environnements naturels conçus par l'être humain comme les parcs, les jardins ou les friches sont en revanche pris en considération. Et selon la définition, «le monde animal et végétal, les espaces verts, les points d'eau, les zones sauvages et chaotiques» relèvent aussi de la nature. Un environnement urbain peut ainsi également accueillir des moments passés dans la nature.

L'absence de surveillance est la plus efficace

La spécialiste en sciences des données a de surcroît dû rechercher la façon de mesurer l'engagement actuel en faveur de l'environnement, si possible sans distorsions liées à l'idéalisme des participants à l'enquête. Elle a entre autres misé sur la méthode du

«Choice Experiment»: les sondés ont choisi quelles seraient leurs actions lors de situations hypothétiques – s'ils partageraient plutôt un post Facebook d'un parti ou s'ils participeraient plutôt activement à une campagne d'information.

L'évaluation démontre que les séjours dans la nature durant l'enfance encouragent effectivement un engagement ultérieur en faveur de l'environnement. Il est passionnant de voir que ce sont en particulier les moments sans surveillance et en toute liberté

dans la nature qui ont une influence positive. Ilka Dubernet ajoute: «Il importe donc de ne pas toujours tout planifier pour nos enfants, mais de les laisser évoluer seuls en plein air.» Les parents devraient-ils donc envoyer à l'avenir leurs enfants tout seuls en forêt les mercredis après-midi? La chercheuse rit: «Encourager les enfants à passer du temps dans la nature pour qu'ils s'engagent plus tard, cela ne permettra pas de sauver le monde. Mais ce sont néanmoins de premiers pas dans la bonne direction.» (bio)

PAYSAGE La Glatt: du canal d'arrière-cour à l'aire urbaine de loisirs de proximité

La Glatt coule depuis le Greifensee jusqu'à Schwamendingen, en passant par Dübendorf, Wallisellen et Opfikon – une zone en développement densément peuplée de la ville de Zurich. Le canton souhaite revaloriser la rivière comme «infrastructure verte» afin de satisfaire le besoin croissant en loisirs de proximité. Les expériences en environnement urbain sur des projets axés sur les loisirs sont toutefois rares à ce jour. C'est pourquoi Marius Fankhauser et Matthias Buchecker étudient comment la Glatt est utilisée aujourd'hui, et comment son potentiel de détente pourrait être accru.

Appréciée mais trop bruyante

Les chercheurs souhaitent comprendre suffisamment les personnes en quête de détente et leurs objectifs afin de pouvoir à l'avenir, grâce à un modèle informatique, simuler l'impact de diverses mesures de revalorisation. Les habitantes et habitants ont donc non seulement répondu à des questions en ligne, mais aussi in-



Les endroits où s'asseoir invitent à s'attarder et augmentent la qualité de la détente.

diqué sur des cartes les endroits particulièrement significatifs et gênants, ainsi que leurs itinéraires préférés. Il apparaît qu'à maints endroits, la circulation est trop bruyante et qu'il manque des lieux où s'attarder. Les zones étroites et sombres à l'image des passages souterrains sont perçues comme dangereuses. Néanmoins, la Glatt est appréciée par la plupart des gens.

Le travail sert désormais d'aide pour la planification du projet «Fil Bleu Glatt», un sentier continu le long de la Glatt. (bio)

PAYSAGE «L'attrait d'un paysage est fortement lié à l'importance qu'on lui accorde»

Les loisirs et le sport en plein air sont plus prisés que jamais, comme l'a encore montré le confinement du printemps 2020. Le temps passé dans les aires de loisirs de proximité exerce une influence positive sur notre santé. Mais quels traits caractérisent un paysage apaisant et attrayant, et où des conflits surgissent-ils entre des intérêts différents? C'est de ce sujet, parmi d'autres, que Felix Kienast, spécialiste en écologie du paysage au WSL, et ses collègues débattront fin novembre 2021 à la conférence du WSL «Forum für Wissen» de cette année.

Felix Kienast, quelles sont les caractéristiques d'un paysage apaisant?

La recherche a démontré que les endroits offrant de l'eau, une vue dégagée et des paysages richement structurés étaient fortement appréciés avec, de façon générale, une valeur récréative élevée. Ces préférences se retrouvent dans le monde entier. À l'inverse, il existe des endroits que les gens fuient car le niveau de stress y augmente alors qu'il diminue dans un paysage apaisant. Les parcs urbains ont par exemple tendance à être évités la nuit du fait de leur obscurité et du risque d'également. Il ne fait pas bon non plus s'attarder le long de routes très fréquentées à cause du bruit de la circulation. En collaboration avec l'Empa, le WSL étudie de tels endroits exposés à de fortes nuisances sonores, et leurs répercussions sur la santé humaine.

A-t-on toujours besoin d'eau et d'une vue dégagée pour se détendre?

Pas forcément. Aux préférences généralement répandues viennent s'ajouter celles spécifiques à des sociétés et à des groupes. Celles-ci sont fortement influencées par la signification que revêt l'endroit pour la personne.

Dans quelle mesure?

Le lieu où nous avons grandi revêt ainsi pour nous une importance particulière, et nous nous y sentons bien – même s'il paraît à d'autres affreux. Les médias sociaux peuvent eux aussi conférer à l'endroit une importance telle que tout le monde veut s'y rendre. La frénésie autour de l'auberge de montagne Äscher dans la région de l'Alpstein l'a montré de façon impressionnante. Un tel engouement sera difficile à empêcher. Nous pouvons toutefois utiliser ces cas pour la recherche: dans un projet avec l'Université de Zurich, nous évaluons les données issues des médias sociaux. Nous savons ainsi de quels paysages les personnes parlent et pouvons détecter les préférences paysagères.

Mais une telle frénésie autour d'un paysage peut aussi déclencher des conflits.

Tout à fait. Aux périphéries des grandes villes, lorsqu'il fait beau, de nombreuses personnes se concentrent dans ce que l'on appelle les «hotspots», notamment au bord des cours d'eau ou en forêt. Les conflits majeurs surgissent là où la sécurité ou la nature sont mises à mal, lorsque des vététistes se heurtent à des randonneurs, ou que



Felix Kienast est professeur titulaire en écologie du paysage à l'ETH Zurich et Senior Scientist au WSL.



Les paysages au bord de l'eau ont généralement une valeur récréative élevée.

des bateliers naviguent trop vite ou trop près de roselières. Il se peut que des conflits surviennent aussi lorsque s'affrontent des significations contraires données au paysage par des personnes diverses. Rares sont encore les informations sur ce point. Nous souhaitons débattre de ce sujet lors de la conférence.

Où doit-on intervenir et protéger la nature de l'être humain par exemple?

Il existe certaines zones interdites d'accès, comme les biotopes très fragiles à l'image des zones centrales des hauts-marais. Personnellement, je trouve qu'exclure des personnes d'un paysage devrait être un tout dernier recours. Malheureusement – à mon humble avis – une telle pratique est de plus en plus fréquente en Suisse, même dans les habitats non problématiques. Cela mine la tradition suisse d'un accès public au réseau de sentiers. Je suis convaincu que par la formation environnementale, il est possible, par exemple à l'aide de rangers, de

convaincre les gens de pratiquer des loisirs de façon responsable. Et une bonne régulation du nombre de visiteurs est très bénéfique comme l'ont montré des évaluations scientifiques par le WSL de telles mesures de gestion.

La tendance des loisirs sur le pas de sa porte va-t-elle se poursuivre après la pandémie?

L'avenir nous le dira. Les destinations lointaines feront éventuellement l'objet d'une demande accrue, et les aires de loisirs locales seront de ce fait moins sollicitées. Dans le groupe Recherches en sciences sociales et paysage du WSL ont lieu actuellement diverses études sur ce thème, qui seront présentées pour la première fois au Forum für Wissen. *(lbo)*

Le «Forum für Wissen» sur le thème «Paysage apaisant» se déroule le 30 novembre au WSL à Birmensdorf et en ligne. La conférence se tiendra en allemand. Il est possible de s'y inscrire jusqu'à la mi-novembre 2021: www.wsl.ch/forum.

DANGERS NATURELS Danger de glissements de terrain: l'humidité du sol est un bon indicateur



Installation d'une station de mesures de l'humidité du sol près de Ranflüh (BE): des chercheurs connectent les capteurs insérés dans le profil du sol à l'enregistreur de données.

Les glissements de terrain sur de fortes pentes ou au pied de talus causent chaque année en Suisse des dégâts de plusieurs millions de francs et menacent des vies humaines. Ils surviennent le plus souvent après de violentes averses à l'image de celles de l'été 2021. Mais où et quand de tels glissements de terrain superficiels se produiront-ils? Il est difficile de le prédire.

C'est pourquoi des chercheurs du WSL tentent d'établir les types d'informations utiles à la constitution d'un système d'alerte précoce. Jusqu'à présent, les études se concentraient le plus souvent sur la quantité de précipitations. Mais prévaut aujourd'hui une nouvelle approche: le recours à

des données sur l'humidité du sol. Celles-ci, qui proviennent de 35 stations de mesures existantes réparties dans toute la Suisse, saisissent en continu l'humidité jusqu'à un mètre et demi de profondeur. Les chercheurs ont comparé ces données avec celles des glissements enregistrés dans la base de données du WSL sur les dommages dus aux intempéries.

Le résultat est prometteur: «L'évolution dans le temps de l'humidité du sol est un indicateur pertinent pour prédire le danger régional de glissements de terrain», explique Adrian Wicki, doctorant au WSL. Ces prévisions fonctionnent le mieux dans un rayon de quinze kilomètres au maximum autour de la station de mesures, la précision diminuant au-delà de cette distance. À l'heure actuelle, les chercheurs étudient la façon dont les simulations informatiques permettent de combler les lacunes dans le réseau de mesures.

Pour des raisons pratiques, les stations de mesures se situent la plupart du temps sur des terrains plats, alors que les glissements se produisent sur des terrains en pente. Afin de savoir si les mesures sur des sites plats sont aussi probantes que celles sur des endroits pentus, les chercheurs ont installé diverses stations dans la région du Napf (BE). Les évaluations provisoires montrent que les différences ne sont que marginales.

Les résultats servent de base d'évaluation à l'Office de l'environnement qui, ces prochaines années, souhaite mettre sur pied un système d'alerte national pour les glissements de terrain.

(cho)

Matthias Gerber, Davos

«Le dimanche matin, j'aime aller marcher avec ma chienne Xelie sur le Dorfberg, au-dessus du lac de Davos. L'endroit est quasiment désert, on peut y savourer le calme et profiter de la magnifique vue sur la vallée et les montagnes avoisinantes.»



DÉVELOPPEMENT DE SYSTÈMES D'ALERTE ET D'INFORMATION

Au SLF, Matthias Gerber dirige l'équipe qui développe les logiciels pour la prévention des avalanches, ainsi que les systèmes d'information destinés aux responsables en matière de dangers naturels et au grand public. Dans ses loisirs, tout tourne également autour des dangers

naturels. «Mon travail enrichit ces activités et vice-versa, ce qui me plaît beaucoup.» L'hiver, il forme en effet sa femelle berger allemand pour le sauvetage en cas d'avalanche au CAS; l'été, ils s'entraînent à rechercher des personnes ensevelies à REDOG. (ro)

La diversité est bénéfique. L'être humain influe sur la biodiversité – y compris dans les villes. Nicole Bauer, psychologue, et Marco Moretti, biologiste, recherchent ensemble la façon dont l'être humain et la nature peuvent bénéficier l'un de l'autre.

Dans les villes, la biodiversité est parfois étonnamment élevée. Quelle en est la raison?

NB: C'est probablement lié en grande partie aux citadins. La biodiversité apparaît souvent de façon fortuite. Dans nos études au sein du projet BetterGardens, nous avons par exemple demandé aux gens ce qui les avait motivés à avoir un jardin. Ils citaient en premier la détente, puis la rencontre avec d'autres personnes. C'est seulement dans un troisième temps qu'était mentionnée la production de denrées alimentaires. La promotion de la biodiversité n'était pas une raison explicitement mise en avant. Mais si la question porte sur le type d'exploitation des jardins, on s'aperçoit que la majorité des sondés favorise la biodiversité: ils laissent par exemple sur place des tas de branches pour les hérissons, bannissent quasiment les pesticides, accrochent des nichoirs pour les oiseaux, créent des surfaces herbagères pour les insectes ou installent des ruches.

MM: N'oublions pas non plus que chaque personne ajoute sa touche personnelle à l'entretien de son jardin ou de son balcon, ce qui accroît la diversité. Ceux qui n'investissent pas beaucoup de temps dans l'entretien et laissent sur place «les mauvaises herbes», contribuent probablement le plus à la biodiversité! La mosaïque de divers habitats,

à proximité les uns des autres, joue certainement aussi un rôle.

Vous êtes psychologue et biologiste. Comment en êtes-vous venus à étudier ensemble la biodiversité dans les jardins?

MM: Lorsque l'on étudie un système écologique dominé par l'être humain – par exemple les jardins –, il faut prendre en considération cet être humain comme facteur dans le système. Avec ses besoins et son comportement, il influe sur la présence et la propagation des espèces. Pour pouvoir intégrer ce facteur humain dans nos études, nous, spécialistes en écologie, avons besoin des compétences des spécialistes en psychologie qui peuvent interroger les personnes de façon ciblée.

NB: En tant que psychologue d'autre part, je ne peux pas clarifier l'influence de la biodiversité sur le bien-être de l'être humain sans collaborer avec des biologistes. Sans eux, on n'étudie souvent que l'impact de la diversité structurelle, c'est-à-dire de la diversité au niveau des formes et des couleurs, car celle-ci est facilement perçue par les profanes. Il existe toutefois d'autres niveaux de la biodiversité, comme la diversité des espèces ou la diversité des interactions entre divers organismes. Si l'influence de ce type de diversité sur l'être humain nous intéresse, nous avons besoin des biologistes qui peuvent bien



Nicole Bauer est spécialiste en psychologie environnementale. Ses recherches portent sur l'impact de la nature citadine sur les loisirs et la santé des habitants.



Marco Moretti est biologiste, il effectue des recherches sur la biodiversité et les fonctions écosystémiques, entre autres dans les villes.

mesurer cette biodiversité et bien la catégoriser.

Et qu'avez-vous trouvé à ce jour?

NB: Dans les deux grands projets BiodiverCity et BetterGardens, nous avons vu que des jardins et des espaces verts diversifiés étaient positifs pour le bien-être des personnes. Ainsi, plus le nombre d'espèces végétales diverses était élevé, plus les personnes sondées se sentaient reposées après un moment passé dans leur jardin.

MM: Dans BiodiverCity, l'un des résultats précisait que pour favoriser la biodiversité, il était préférable de ne pas tondre trop souvent ni de façon simultanée toutes les surfaces de pelouse. Nous sommes très heureux que cette recommandation ait été suivie de plus en plus souvent ces dernières années. Aujourd'hui, on voit partout dans les villes qu'une partie de l'herbe est laissée telle quelle là où elle ne dérange pas. Dans les études en sciences sociales, il est de surcroît apparu que ces surfaces étaient évaluées de façon positive.

Vos résultats ont-ils déjà été appliqués dans la pratique?

NB: Oui, dès le début, nous avons pris contact avec les autorités afin de découvrir où le bât blessait et ce qu'elles souhaitaient savoir. Que l'on étudie des questions de recherche qui intéressent aussi la pratique et que celle-ci applique les résultats rend cette approche avantageuse.

Quelles sont les prochaines étapes après la clôture des deux projets mentionnés?

NB: Dans une prochaine étape, nous souhaitons communiquer à la



Plus les plantes d'un jardin seront diversifiées, plus sa valeur récréative sera élevée.

population les résultats issus du projet BetterGardens, à savoir l'informer des interactions entre la forme d'exploitation des jardins, la biodiversité et le bien-être des personnes. Et nous voulons développer des méthodes simples et efficaces afin de promouvoir la biodiversité dans les villes. Une possibilité serait d'élaborer une appli qui, en fonction de la diversité présente dans le voisinage, ferait des propositions concrètes pour les plantations ou l'entretien d'un jardin.

MM: J'imagine des plans de quartiers pour les villes qui iraient dans le sens de réseaux écologiques. Des actions d'encouragement ou des indemnisations de particuliers qui conservent et entretiennent par exemple un vieil arbre sur leur terrain, sont aussi envisageables. De telles pratiques seraient novatrices. *(lbo)*

www.bettergardens.ch/fr

BIODIVERSITÉ Petits organismes vivants, grand impact: les champignons invasifs gagnent du terrain

Ils sont souvent discrets et traversent la frontière avec des plantes exotiques et d'autres marchandises: ce sont les champignons introduits de façon involontaire, appelés néomycètes. À ce jour, quelque 300 néomycètes sont connus en Suisse, et la tendance est croissante. Une petite partie se propage de façon invasive dans nos contrées, et déclenche de graves maladies végétales à l'image d'*Hymenoscyphus fraxineus*, qui entraîne le dépérissement à vaste échelle des frênes, ou le chancre de l'écorce du châtaignier (*Cryphonectria parasitica*) qui infeste le châtaignier. D'autres espèces comme l'anthurus étoilé, espèce très voyante, ne causent certes aucune maladie, mais peuvent éventuellement repousser des espèces de champignons indigènes et perturber de ce fait l'équilibre de l'écosystème local.

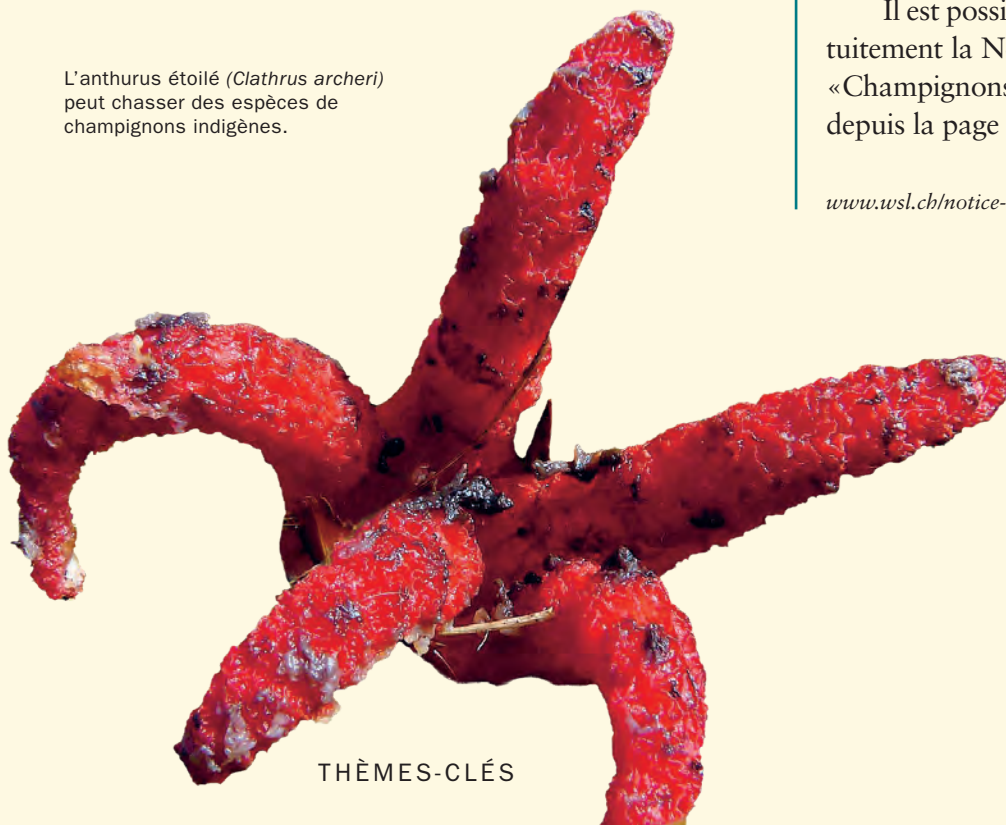
Ces cinquante dernières années, le nombre de nouvelles espèces de

champignons a augmenté de façon exponentielle en Suisse, de deux à cinq par an étant récemment identifiées. «C'est lié au fort accroissement du commerce mondial», explique Andrin Gross, mycologue au WSL. Avec des collègues, il a présenté dans une Notice les connaissances actuelles sur les néomycètes en Suisse et les moyens de lutte à disposition. Ces champignons se propagent vite au nouvel endroit: «En l'espace de vingt ans, *Chalara fraxinea* a infesté des frênes dans toute l'Europe», constate-t-il.

Une fois qu'un champignon invasif s'est établi, il est difficile de l'éradiquer. «Pour ce faire, la prévention et des directives correspondantes dans le commerce international des végétaux sont primordiales», explique Andrin Gross. Si un nouveau champignon s'est malgré tout introduit, sa détection précoce sera importante pour limiter au maximum l'infestation dans l'espace et lutter rapidement contre elle.

Il est possible de télécharger gratuitement la Notice pour le praticien «Champignons introduits en Suisse» depuis la page Internet du WSL. (*lbo*)

L'anthurus étoilé (*Clathrus archeri*) peut chasser des espèces de champignons indigènes.



www.wsl.ch/notice-neomycetes

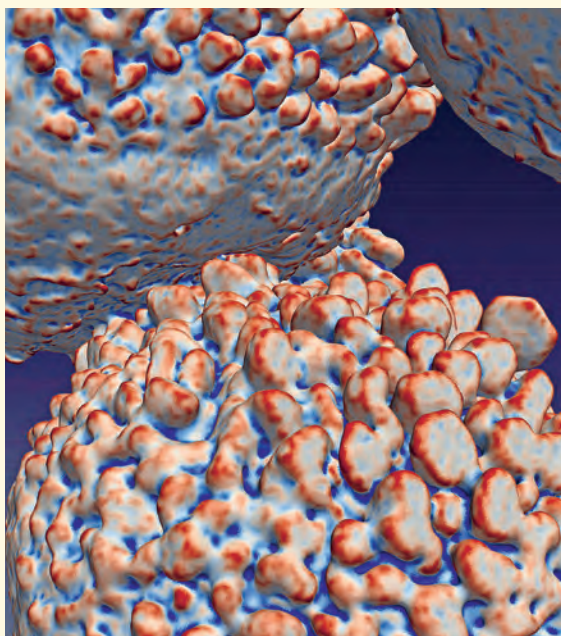
Pourquoi des boutons se forment sur la neige et comment ils se résorbent spontanément

Lorsque la neige vient de tomber, elle est douce et souple. Mais peu de temps après, les cristaux de neige se soudent à leurs points de contact: c'est le phénomène du frittage. Des ponts de glace compacts se forment alors, ce qui entraîne une solidification de la couche de neige. En laboratoire, il est possible d'étudier ce processus avec des boules de glace mesurant quelques millimètres de dimension. Celles-ci développent, dans certaines conditions, des irrégularités en forme de bouton, ce qui empêche les points de contact de se souder normalement.

Des chercheurs du WSL et de l'ETH Zurich viennent de découvrir l'origine de ces «boutons». Si l'on entasse des boules de glace, elles se touchent au niveau d'infimes points de contact, mauvais conducteurs de chaleur. À ces points de contact s'accumule en quelque sorte de la chaleur et l'on enregistre de grandes différences de températures dans l'air interstitiel. Ces différences de températures entraînent un amoncellement de nouvelles molécules d'eau et c'est ainsi que des structures en forme de boutons apparaissent entre les boules. Ce phénomène survient chez les boules d'une taille supérieure à un millimètre.

Les boutons de neige se résorbent

Lors de la croissance des boutons, l'accumulation de chaleur aux points de contact diminue lentement à nouveau, les boutons s'estompent d'eux-mêmes et se résorbent. «Ce processus peut fortement perturber la solidification par le frittage au niveau des



Les boules de glace d'environ deux millimètres de diamètre ont formé des structures en forme de boutons à leur surface, comme le montre la représentation au tomograph.

boules de glace», explique Carolin Willibald, nivologue et auteure principale de l'étude. Les résultats n'ouvrent pas seulement de nouveaux aperçus sur les mécanismes de frittage, ils sont potentiellement pertinents pour la pratique, ne serait-ce que pour la préparation des pistes. Des conditions de frittage optimales y sont en effet décisives. Il est toutefois difficile de préparer des pistes compactes avec de grands cristaux au printemps. Les nouvelles connaissances permettent désormais d'expliquer pourquoi le processus de frittage est plus compliqué dans ces conditions. *(hlö, sni)*

Gesa von Hirschheydt, Birmensdorf

«J'ai un abonnement annuel pour le zoo de Zurich et j'y vais souvent à pied par le sentier panoramique.

J'apprécie beaucoup les vieux chênes et les hêtres dans la forêt – même en cas de mauvais temps!»



APPRENDRE DE SES ERREURS

Dans tout travail se glissent des erreurs, y compris lors de la collecte de données pour la Liste rouge des lichens. Gesa von Hirschheydt, biologiste, analyse cette dernière dans sa thèse de doctorat. Elle calcule alors la probabilité de l'oubli de lichens lors des relevés. Elle contri-

bue ainsi à une meilleure précision des résultats de la Liste rouge qui est actuellement en cours de révision. «Les lichens sont pour moi des organismes fascinants, de nombreuses inconnues demeurent encore dans ce groupe d'espèces». (lbo)



Quel est l'état de notre environnement? À quoi celui-ci ressemblait-il jadis et dans quelle direction évolue-t-il? Pour répondre à ces questions, les chercheurs doivent souvent mener un travail de détective. Ils étudient ainsi les traces dans les archives environnementales, à l'image des cernes des arbres, et font apparaître des interactions invisibles. Et parfois, recourir à une autre perspective, comme celle de drones sur la neige, sera judicieux. Dans le prochain numéro de Diagonale, nous vous donnerons un aperçu du travail des détectives environnementaux.

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:
Institut fédéral de recherches WSL

Textes:
Lisa Bose (lbo), Claudia Hoffmann (cho), Beate Kittl (bki), Henning Löwe (hlö), Sara Niedermann (sni), Roman Oester (ro), 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.

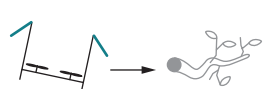
Référence bibliographique:
Institut fédéral de recherches WSL
2021: Magazine du WSL Diagonale,
2/21. 36 p., ISSN 2296-3596

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

DRONE « HEDGEHOG »



1. Le drone s'approche



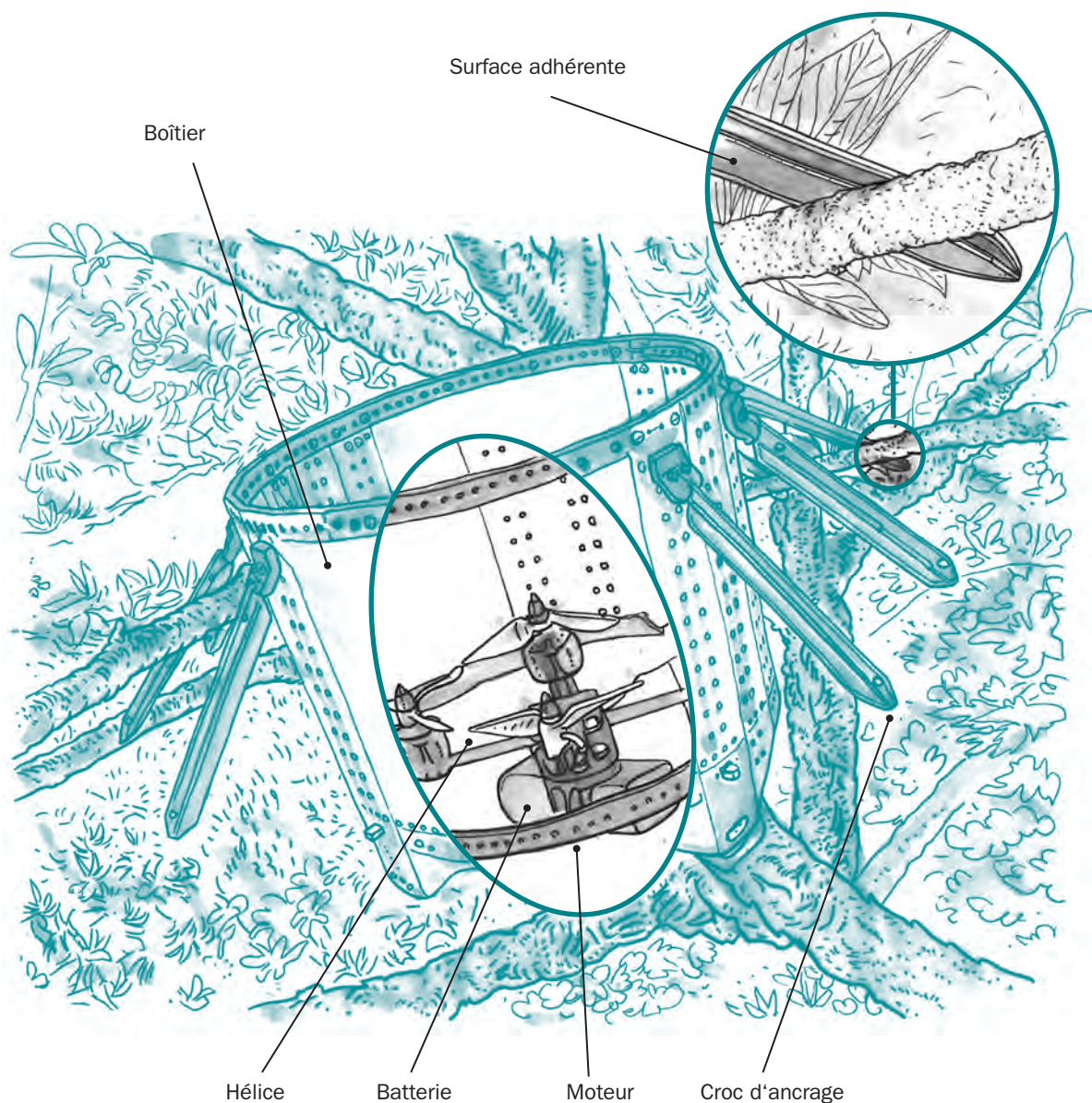
2. Il s'abaisse en direction de l'objet



3. Les crocs s'enclenchent



4. La position stable est atteinte



Des chercheurs du WSL ont développé un petit drone capable de se poser sur les branches d'un arbre. Des crocs d'ancrage sont fixés sur son boîtier dont la partie inférieure est composée d'un matériau spécial qui adhère bien aux branches. Dès que le drone a atteint son objectif, ses hélices s'arrêtent. Ce drone du nom de « Hedgehog » peut ainsi collecter des données sur une longue période, de façon silencieuse et sans consommer d'énergie. Il est possible d'installer sur lui différents appareils de mesure qui réalisent par exemple des relevés acoustiques, ou observent des animaux sauvages avec un appareil photo depuis le houpplier des arbres. (sni)

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





Diversité: Comment l'être humain influe sur la biodiversité dans les villes, p. 30



Glissement de terrain: prédire le danger grâce à l'humidité du sol, p. 28

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

Lausanne

Institut fédéral de
recherches WSL
c/o EPFL-ENAC-PERL
Station 2
CH-1015 Lausanne
Telefon 021 693 39 05
lausanne@wsl.ch
www.wsl.ch/lausanne

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

Davos

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

Cadenazzo

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

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

L'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL étudie les modifications de l'environnement terrestre, mais aussi l'utilisation et la protection des habitats naturels et des paysages cultivés. Il observe l'état et l'évolution de la forêt, du paysage, de la biodiversité, des dangers naturels, ainsi que de la neige et de la glace; il élabore également des solutions durables pour répondre à des problèmes pertinents pour la société, et ce en collaboration avec des partenaires issus de la science et de la société. Dans ces domaines de recherche, le WSL est en tête de liste du palmarès international, et l'Institut fournit les bases d'une politique environnementale durable en Suisse. Le WSL emploie plus de 500 collaboratrices et collaborateurs à Birmensdorf, Cadenazzo, Lausanne, Sion et Davos (WSL Institut pour l'étude de la neige et des avalanches SLF). Il est un centre de recherches de la Confédération et fait partie du domaine des écoles polytechniques fédérales. Vous trouverez les chiffres clés du WSL à l'adresse www.wsl.ch/rapportdegestion.

