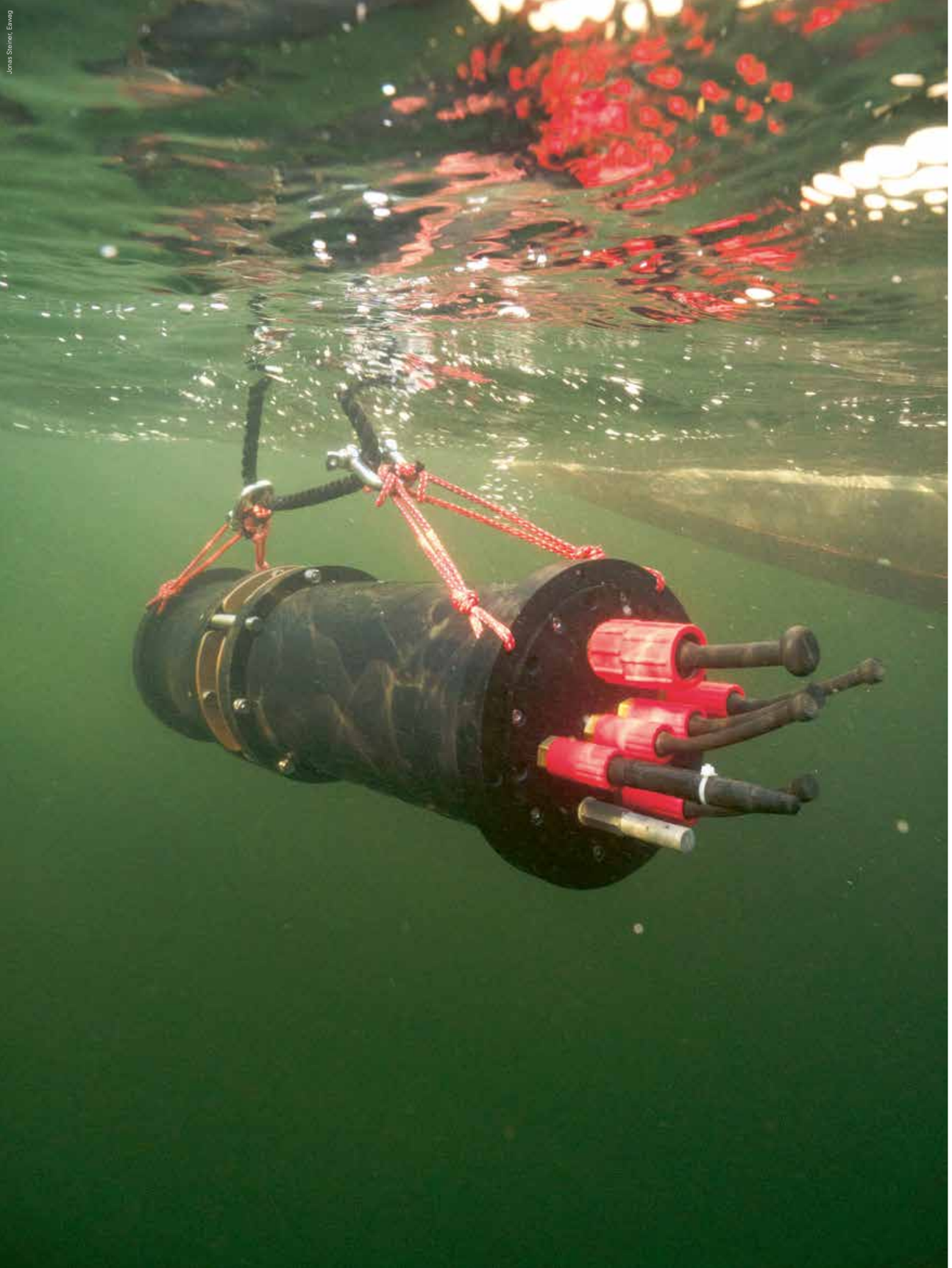
Eawag
Institut Fédéral Suisse des Sciences
et Technologies de l'Eau

Rapport d'activité 2019

eawag
aquatic research



Jonas Steiner, Eawag

Sommaire

Editorial	04
L'Eawag en chiffres	06
Temps forts de l'année 2019	08
Recherche	10
Enseignement	22
Conseil	30
Institution	40

Photo de couverture Les écologues Ewa Merz et Thea Kozakiewicz dans leur travail de terrain au lac de Greifen (ZH). Sous la surface de l'eau, on aperçoit l'Aquascope, un microscope submersible qui permet de visualiser les minuscules habitants du lac en temps réel. Pour en savoir plus, voir p. 20.

Aldo Todaro, Eawag

L'Eawag

Dans leur essence, les recherches de l'Eawag visent une meilleure conciliation de l'utilisation des ressources et milieux aquatiques par l'homme et de la préservation d'écosystèmes aquatiques viables et robustes. L'institut compte 32 professeures et professeurs et plus de 200 collaboratrices et collaborateurs scientifiques qui, dans un environnement particulièrement propice à la recherche, se penchent sur les questions qui livreront les informations et solutions nécessaires à notre société pour relever les grands défis qui se posent à elle. Pour mener à bien sa mission, l'Eawag mise sur l'interdisciplinarité et le transfert des savoirs vers les pouvoirs publics, la société civile et les acteurs socioéconomiques. En prodiguant plus de 4500 heures d'enseignement dans les hautes écoles suisses et en encadrant plus de 160 masters et bachelor et plus de 135 doctorantes et doctorants chaque année, les femmes et les hommes de l'Eawag contribuent à la formation des jeunes professionnels de l'eau en Suisse.

La recherche sur l'eau et les objectifs de développement durable

En 2019, de nombreux scientifiques se sont joints à la jeunesse pour protester contre l'inaction des gouvernements face au changement climatique. Plusieurs études avaient en effet indiqué que si l'humanité continuait sur sa trajectoire, les objectifs de développement durable (ODD) des Nations-Unies ne seraient pas atteints en 2030 et souligné l'absence de progrès concernant les ODD du domaine environnemental et en particulier le n° 13 sur le climat.

Que fait l'Eawag pour un avenir plus durable et pour les ODD?
Le travail de l'Eawag est en relation directe avec l'ODD n° 6 «Accès à l'eau et à l'assainissement». Notre département Sandec (Assainissement, eau et gestion des déchets pour le développement) a grandement contribué aux progrès réalisés dans le cadre des Objectifs du millénaire pour le développement et poursuit ses efforts avec l'ODD n° 6. Sandec a publié le nouveau compendium «Drinking Water Systems and Technologies from Source to Consumer» (p. 39) et multiplié ses cours en ligne gratuits (MOOC) (p. 29). L'Eawag travaille également au développement de nouvelles méthodes d'évaluation de la qualité de l'eau et en particulier de la pollution des eaux suisses par les pesticides et autres micropolluants (p. 12).

L'eau est donc LE sujet de l'ODD n° 6. Mais c'est aussi le fil bleu de tous les ODD. L'étude systématique des amphipodes (p. 20) et la quantification des espèces algales (p. 20) permettent de mieux comprendre et de protéger la biodiversité des milieux d'eau douce, ce qui s'inscrit dans l'ODD n° 15 «Vie terrestre». La création d'un système d'économie circulaire à partir de la récupération de l'azote et du phosphore contenus dans les urines (p. 37) permettra de réduire la consommation des ressources naturelles (allant ainsi dans le sens des ODD n° 12 «Consommation et production responsables» et n° 11 «Villes et communautés durables»).

Les ODD nous montrent le chemin à prendre pour aboutir à un avenir durable mais il ne sera pas sans embûche. La difficulté à contrôler les agents de la légionellose dans les plomberies (p. 32), par exemple, pointe du doigt les dilemmes qui existent entre ces objectifs. Les économies d'énergie exigées pour l'ODD n° 13 «Lutte contre les changements climatiques» génèrent un risque pour la santé, compromettant l'objectif n° 3 «Accès à la santé». Pour trouver les bons compromis, il est nécessaire d'examiner les systèmes politiques et sociaux et de les comprendre (p. 34).

Les ingénieurs, sociologues et scientifiques de l'Eawag poursuivent leurs recherches en collaboration avec des spécialistes externes ou du domaine des EPF pour offrir à la Suisse et à la planète un avenir véritablement durable.

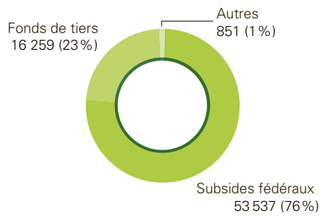
Janet Hering
Eawag Directeur

L'Eawag en chiffres

Finances

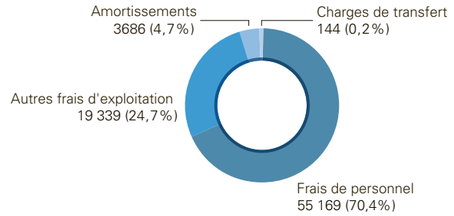
Revenus opérationnels (en milliers de CHF)

70 647



Charges opérationnelles (en milliers de CHF)

78 338

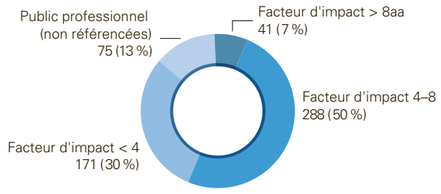


Étant donné que les chiffres sont arrondis, le total peut différer de la somme (voir comptes annuels 2019).

Recherche

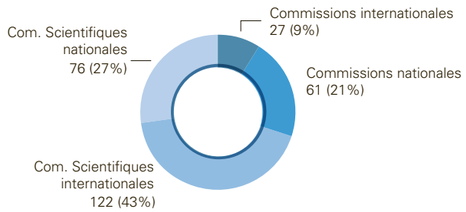
Publications

575



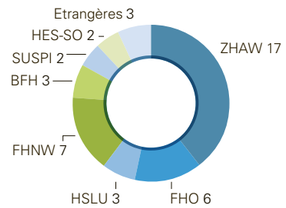
Travail dans des commissions

286



Projets en partenariat avec des hautes écoles spécialisées

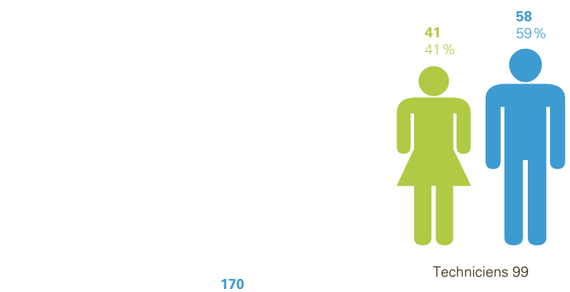
43



Personnel

Nombre de personnes par fonction

507 **49,7%** **50,3%**

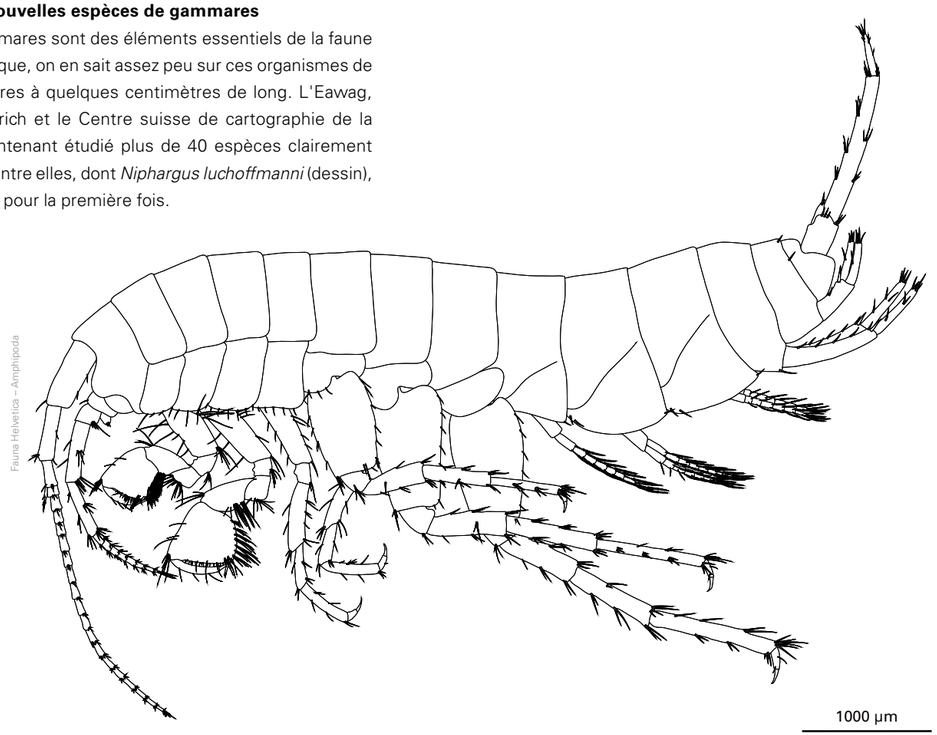


Comptes annuels: eawag.ch/rapportdactivite

Highlights 2019

Découverte de nouvelles espèces de gammares

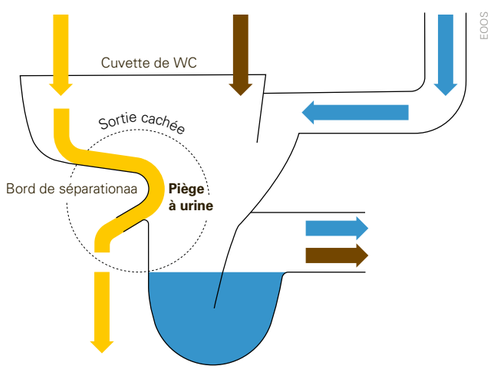
Alors que les gammares sont des éléments essentiels de la faune invertébrée aquatique, on en sait assez peu sur ces organismes de quelques millimètres à quelques centimètres de long. L'Eawag, l'université de Zurich et le Centre suisse de cartographie de la faune en ont maintenant étudié plus de 40 espèces clairement différentes. Six d'entre elles, dont *Niphargus luchoffmanni* (dessin), ont été observées pour la première fois.



Fauna Helvetica – Amphipoda

Lancement de nouvelles toilettes NoMix

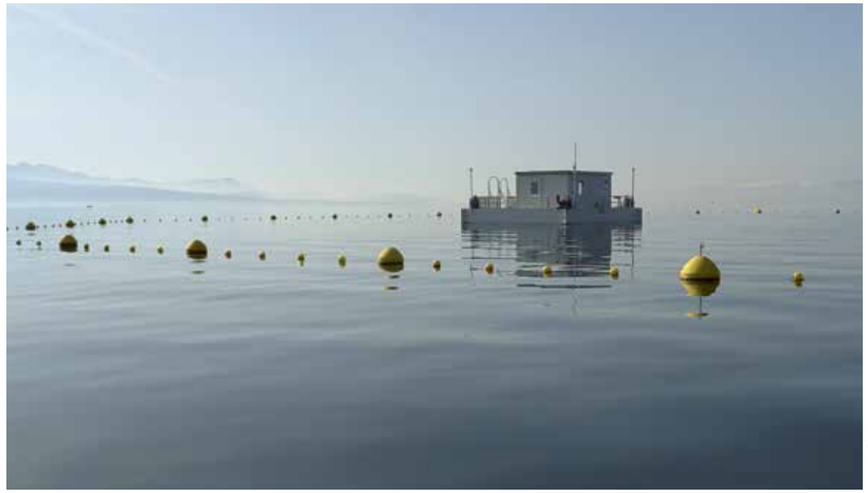
L'urine contient de précieux nutriments: il y a donc certainement mieux à faire qu'à l'expédier dans les égouts à grands renforts d'eau potable. Les ingénieures et ingénieurs de l'Eawag cherchent depuis longtemps des solutions pour séparer à la source l'urine de l'eau de rinçage. Ils ont maintenant réalisé une avancée majeure avec les toilettes «save!» développées avec les partenaires industriels EOOS et Laufen: grâce à une construction qui se sert de la tension superficielle, l'urine est dirigée vers une ouverture séparée invisible au premier abord.



EOOS

La plateforme «LéXPLORE» à l'ancre dans le Léman

Depuis février 2019, la plateforme de recherche «LéXPLORE» flotte sur les eaux du lac Léman. La structure d'une centaine de mètres carrés porte une multitude de sondes et capteurs dont se servent les scientifiques de l'Eawag, de l'EPFL et des universités de Lausanne et de Genève pour tenter de mieux comprendre les processus écologiques qui se déroulent dans le lac.



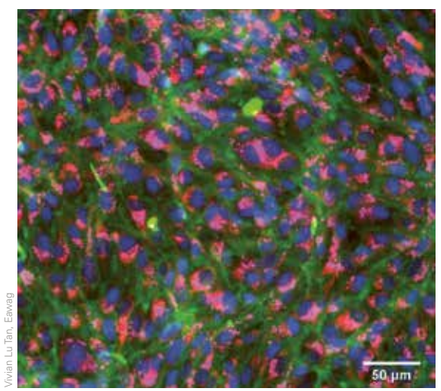
Natacha Pasche

Un label international pour le test sur cellules de poissons

L'Eawag est depuis longtemps à la recherche d'alternatives à l'expérimentation sur les poissons. Un test de toxicité avec des cellules branchiales cultivées en laboratoire vient maintenant d'être certifié ISO. Ce test permet de déterminer la toxicité aiguë d'échantillons d'eau et de produits chimiques pour les poissons.

Le microscope submersible «Aquascope» présenté à Davos

Suivant la devise «Innovations suisses pour la Suisse», l'Eawag a dialogué avec des personnalités politiques et économiques suisses au forum de Davos en tant que membre du domaine des EPF. Francesco Pomati a présenté l'Aquascope, un microscope submersible qui traite automatiquement des photos du plancton lacustre prises à haute résolution. Pour en savoir plus sur l'Aquascope, voir page 20.



Vivian Lu Tan, Eawag

Simone Kral, Eawag

Recherche

Les recherches de l'Eawag sont fortement axées sur les sujets qui préoccupent les professionnels et la société. L'institut agit en priorité pour le bien de l'humanité, la santé des écosystèmes et la résolution des conflits liés aux usages de l'eau. Pour ce faire, ses scientifiques adoptent une approche systématique afin de comprendre les processus et les systèmes dans leur globalité. Ils sont aidés en cela par des réseaux de recherche dans lesquels ils travaillent dans l'interdisciplinarité au niveau national et international et par des échanges fréquents avec les milieux professionnels et administratifs.

Photo Christoph Ort (au premier plan) et Heinz Singer, respectivement ingénieur et chimiste de l'environnement, installant un tuyau qui acheminera directement de l'eau du ruisseau vers la remorque visible en arrièreplan. Cette dernière abrite un spectromètre de masse qui permet de quantifier les substances contenues dans l'eau en temps réel.

Un spectromètre de masse ambulant pour mesurer la qualité de l'eau en temps réel

Un nouvel appareillage permet aujourd'hui de mesurer automatiquement la qualité de l'eau pendant plusieurs semaines – et ce, sur le terrain et non plus au laboratoire. Le spectromètre de masse nécessaire est en effet installé dans une remorque et peut même être commandé à partir d'un téléphone portable.

Aldo Todaro, Eawag

Christoph Ort (à gauche) et Heinz Singer dans la remorque du MS²Field.

La pluie est bénéfique aux cultures puisqu'elle les fait pousser, mais elle entraîne aussi les produits phytosanitaires dans les cours d'eau. Les concentrations de ces substances sont surveillées par le biais de prélèvements réguliers dans le milieu aquatique. Toutefois, les prélèvements ponctuels et les moyennes sur lesquels cette veille se base le plus souvent permettent rarement de capter les pics de concentration survenant notamment lors des pluies.

Pour résoudre ce problème, Christoph Ort, du département de gestion des eaux urbaines, et Heinz Singer, de celui de chimie environnementale, ont lancé un projet en 2017: ils ont équipé une remorque de voiture d'un spectromètre de masse (MS), un appareil ultrasensible, afin de quantifier les substances automatiquement, quasiment en continu et directement dans les cours d'eau ou les égouts au lieu d'analyser les échantillons au laboratoire. D'où le nom de leur projet: «MS²field», soit «spectromètre de masse sur le terrain».

Grâce au MS²field, les échantillons d'eau n'ont plus à être mis en flacon, transportés à l'institut et stockés individuellement. L'eau à étudier est pompée grâce à un tuyau et transite en continu dans la remorque. A intervalles de quelques minutes, plusieurs millilitres sont prélevés et préparés automatiquement puis transférés au spectromètre de masse. Ce dernier peut détecter une grande variété de polluants. «Nous pouvons ainsi suivre les processus les plus dynamiques en direct, et même sur notre téléphone portable», commente Christoph Ort avec enthousiasme. Lors d'un premier essai en février 2019, l'équipe d'Ort et Singer a étudié les effluents de la station d'épuration de Fehraltorf dans le canton de Zurich. Pendant quatre semaines, ils ont analysé plus de 2000 échantillons d'eau usée brute et ont mis à jour des fluctuations journalières jusque là inconnues. «Avec un échantillonnage classique, il aurait fallu des mois pour le montrer», commente Ort.

Dans leurs analyses, les chimistes ont ainsi découvert des substances qui apparaissent les journées de semaine mais sont absentes le weekend, ce qui trahit des apports d'effluents industriels. Le suivi temporel des concentrations effectué par le MS2field peut aider à identifier d'autres sources de pollution. Ou à ne pas passer à côté de pics de pollution dans les eaux usées. «Le système pourrait être utilisé par temps de pluie, lorsque les stations d'épuration ne parviennent pas à traiter toutes les eaux usées, indique Ort. Les effluents fortement pollués, alors identifiés, pourraient être retenus au lieu d'être déversés involontairement dans le milieu naturel.»

Ann-Kathrin McGill, Eawag

Le MS²field en action à Saint-Ursanne (JU)

Tout cela a l'air simple, mais c'est d'une grande technicité. Car il n'est pas si facile de faire fonctionner un spectromètre de masse ultrasensible dans une remorque de voiture. «L'appareil est conçu pour les conditions optimales de laboratoire», indique Heinz Singer. Or la remorque connaît par exemple de fortes fluctuations de température et d'humidité et l'approvisionnement en électricité et en azote doit être assuré en continu. Les chercheurs ont donc été particulièrement soulagés de constater que le système ambulant fonctionnait sans accroc au bout d'à peine six mois. Ort et Singer ont bien conscience que cela n'allait pas de soi et que ce succès est grandement dû à l'équipe interdisciplinaire de l'Eawag. Les deux chercheurs souhaitent maintenant profiter de leur expérience pour développer des spectromètres de masse encore plus compacts. «Nous savons maintenant quels composants pourraient prendre moins de place et consommer moins d'énergie. La prochaine version de notre système pourrait être deux fois plus petite», estime Singer. Et pour lui, une chose est certaine: dans quelques années, on disposera de spectromètres de masse portables pour les études environnementales. «Dans ce projet, nous avons fait un pas décisif dans cette direction – en allant du laboratoire au terrain.»

Un métal précieux pour suivre les nanoplastiques

Le plastique est utilisé dans beaucoup de produits, comme les shampooings et les cosmétiques, sous la forme de minuscules particules d'une centaine de nanomètres (millionièmes de millimètres). Beaucoup d'entre elles sont directement libérées dans les eaux usées, parfois dès l'utilisation des produits, et se retrouvent dans les stations d'épuration avec d'autres formes de plastique. Jusqu'à présent, il n'était pas possible de les y quantifier. Car, contrairement aux particules plus grandes (microplastiques), il est impossible de les extraire par tamisage, de les peser et de les compter. De ce fait, à part les modélisations, rien ne permettait de savoir combien de nanoplastiques étaient retenus dans les stations d'épuration.

Une équipe de l'Eawag et de l'EPF de Zurich vient maintenant d'élaborer une méthode qui permet de suivre le cheminement des nanoplastiques: les scientifiques ont fabriqué des particules de plastique auxquelles ils ont intégré du palladium. Dans une étude publiée dans «Nature Nanotechnology», ils ont étudié le comportement des nanoplastiques dans le traitement à boues activées d'une station d'épuration en modèle réduit.

D'après la responsable du projet, Denise Mitrano, les nanoparticules de plastique se lient très rapidement aux boues d'épuration ; leur taux d'élimination dépasse 98%. «Tant que les boues d'épuration ne sont pas épandues dans les champs mais incinérées, comme en Suisse, les stations d'épuration libèrent donc très peu de nanoplastiques dans l'environnement», commente Mitrano. C'est très positif. Elle ajoute cependant «Même si une part infime se déverse dans les cours d'eau, les nanoplastiques peuvent s'accumuler en aval et atteindre des concentrations notables.» Et ce, d'autant plus que les émissions diffuses, comme l'abrasion des pneus, contribuent à la pollution. Dans un nouveau projet, une équipe de recherche de l'Eawag dirigée par Rolf Kägi étudie la rétention des petites particules de plastique dans les différents traitements de potabilisation des eaux en partenariat avec le service des eaux de Zurich (WVZ). «Nous voulons savoir si les particules de plastique les plus petites peuvent subsister après la potabilisation», explique Kägi. Pour le moment, le projet en est aux essais de laboratoire; des essais sur les pilotes du WVZ suivront.

De nouvelles méthodes de détection pour les produits phytosanitaires

Les pesticides, insecticides, fongicides et autres substances de la sorte impactent la vie aquatique en Suisse. Cette année, plusieurs études de l'Eawag ont mis en évidence les plus problématiques d'entre elles – grâce, notamment, à une nouvelle méthode d'analyse.

Alessandro Della Bella

Le collaborateur scientifique Michael Patrick procédant à l'analyse sélective et ultrasensible des insecticides de type pyréthrinoïde par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse en tandem.

En Suisse, les cours d'eau des zones d'agriculture intensive sont souvent pollués par des produits phytosanitaires (PPh). Cet état de fait a été démontré pour la première fois en 2014 par l'Eawag dans des études spécialisées menées dans le cadre de l'Observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA). En 2019, l'institut et ses partenaires ont présenté de nouveaux résultats. Créé sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), le programme NAWA SPEZ est mis en œuvre par l'Eawag et le Centre Ecotox en partenariat avec cinq cantons et la plateforme Qualité de l'eau du VSA (Association des professionnels de la protection des eaux).

Nouvelles campagnes à partir de 2017

Entre mars et octobre 2017, l'équipe de NAWA SPEZ a recherché les PPh en continu dans cinq ruisseaux dont les bassins versants présentaient différentes formes d'exploitation agricole. Au total, 145 substances actives ont été détectées, soit 71 à 89 par site.

Des dépassements des critères de qualité environnementale, déterminés pour chaque substance à partir de tests, ont été constatés dans chaque ruisseau. Un risque d'effets chroniques a été identifié pour les organismes aquatiques pendant une durée allant, suivant les sites, de trois mois et demi à six mois et demi. Pendant 14 à 74 jours, le risque était si élevé que des effets aigus sur les communautés biotiques ne pouvaient être exclus.
Le seuil unique de 0,1 µg/l actuellement en vigueur pour les pesticides organiques selon l'ordonnance sur la protection des eaux a été dépassé une ou plusieurs fois pour 66 substances, dont le glyphosate et le mécoprop.

Une avancée décisive dans le domaine analytique

Les insecticides pyréthrinoïdes et organophosphorés sont neurotoxiques à très faible concentration. Jusqu'à présent, ils passaient entre les mailles du filet de la surveillance environnementale car leur quantification exige des techniques très spéciales, aussi bien au niveau de l'échantillonnage que des analyses. Par exemple, ces substances se dégradent au bout de quelques jours dans les échantillons d'eau non réfrigérés.
Des scientifiques du département de Chimie de l'environnement ont mis au point une méthode permettant de détecter les insecticides neurotoxiques à très faible concentration: pour éviter les pertes, les échantillons doivent être réfrigérés en continu jusqu'à leur arrivée au laboratoire. Là, ils sont préparés de façon à ce que les composés liés aux particules en suspension et les composés dissous puissent être détectés. Les analyses sont ensuite effectuées par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse. Les premiers résultats d'analyse publiés montrent que même si les insecticides pyréthrinoïdes et organophosphorés représentent moins de 1% des quantités de produits phytosanitaires employées en Suisse, ils sont, à eux seuls, plus toxiques que tous les autres PPh réunis. Les critères de qualité ont été régulièrement dépassés dans cinq ruisseaux sur six. Des dommages chroniques voire aigus ne peuvent être exclus. Face à ce danger, la Confédération a déjà réagi et interdit les produits avec deux organophosphorés: le chlorpyrifos et le chlorpyrifos-méthyle.

Les sédiments, eux aussi contaminés

Suivant leurs propriétés physicochimiques, les PPh peuvent également se lier aux sédiments dans les ruisseaux. Or ces derniers offrent un milieu de vie et de reproduction à de nombreux organismes aquatiques et jouent un rôle capital dans les cycles de nutriments. Apparemment, ils constituent également un puits de polluants. Jusqu'à présent, on disposait cependant de peu de connaissances sur les concentrations de PPh dans les sédiments et sur leurs effets toxiques.
Parallèlement à la campagne NAWA SPEZ 2017, l'Eawag et le Centre Ecotox ont donc évalué les sédiments des cinq ruisseaux de l'étude. Les résultats montrent que les sédiments des ruisseaux peuvent, eux aussi, renfermer des PPh à des concentrations nuisibles pour les organismes, et en particulier pour les microcrustacés.

Un nouveau seuil pour les résidus de chlorothalonil dans l'eau potable

Comme les eaux de surface et les sédiments, les eaux souterraines peuvent renfermer des produits de dégradation des pesticides. C'est ce qu'a montré un screening réalisé par l'Eawag et l'EPF de Zurich.
Ces produits de dégradation ou métabolites proviennent principalement de pesticides à usage agricole. 13 composés ont été découverts pour la première fois dans l'eau souterraine et 15 à des concentrations de plus de 0,1 µg/l, soit le seuil fixé pour les pesticides dans l'ordonnance sur la protection des eaux. Les chimistes se sont particulièrement intéressés aux métabolites du chlorothalonil, un fongicide utilisé dans la culture des céréales, des légumes, de la vigne et des plantes d'ornement. L'un des métabolites a été détecté dans la totalité des échantillons. Depuis le 12.12.2019, le seuil de 0,1 µg/l s'applique aussi aux métabolites du chlorothalonil dans l'eau potable.

André Bryner, Eawag

Prélèvement d'échantillons de sédiment dans le Hoobach (SH)

La pollution des ruisseaux, des nappes phréatiques et des eaux de boisson par les produits phytosanitaires suscite le débat et marque actuellement l'agenda politique. Deux initiatives populaires ont été lancées pour la juguler et le Conseil fédéral a adopté un plan d'action. En tant qu'institution indépendante de recherche, il n'appartient pas à l'Eawag de donner des recommandations de vote. Mais il a clairement pour mandat de favoriser une gestion respectueuse et durable de l'eau et des milieux aquatiques. Ses spécialistes sont donc régulièrement amenés à éclairer le Parlement de faits scientifiques attestés.

Étangs expérimentaux: entre éprouvette et lac naturel

Les résultats de laboratoire ne peuvent souvent être extrapolés tels quels au milieu naturel. En même temps, il est souvent impossible d'effectuer des essais reproductibles en conditions contrôlées dans les lacs. Face à ce dilemme, l'Eawag a donc décidé de construire un dispositif d'étangs expérimentaux unique en Europe. Cette année, les biologistes du département Écosystèmes aquatiques ont présenté les premiers résultats obtenus avec ces lacs miniatures.

1. Les biologistes ont placé des myriophylles et des moules zébrées dans vingt étangs en les combinant de différentes façons. Certains étangs ne contenaient ainsi que des moules, d'autres que des plantes aquatiques, d'autres encore les deux ou aucune des deux. Des apports de phosphates et de nitrates ont ensuite été effectués tous les quinze jours en augmentant progressivement les quantités. Des étangs dépourvus de moules, de myriophylles et d'apports de nutriments ont servi de témoins.

2. Après les apports de nutriments, un bloom algal se développait dans les étangs ne contenant que des moules ou que des myriophylles. Il était plus fort que dans les étangs témoins, mais éphémère. Mais dès que les deux espèces coexistaient, l'eau se troublait très fortement; le bloom algal s'étendait et se maintenait plus longtemps quand les teneurs de nutriments étaient augmentées. De plus, ce bloom était dominé par des algues bleues.

3. Comment l'expliquer? «Les moules et les myriophylles épurent bien l'eau, mais ils la débarrassent surtout des algues vertes», explique Anita Narwani, biologiste de l'Eawag. Les algues bleues sont plus résistantes et peuvent profiter du recul des algues vertes pour se développer à la faveur des apports de nutriments.

Thomas Kläger

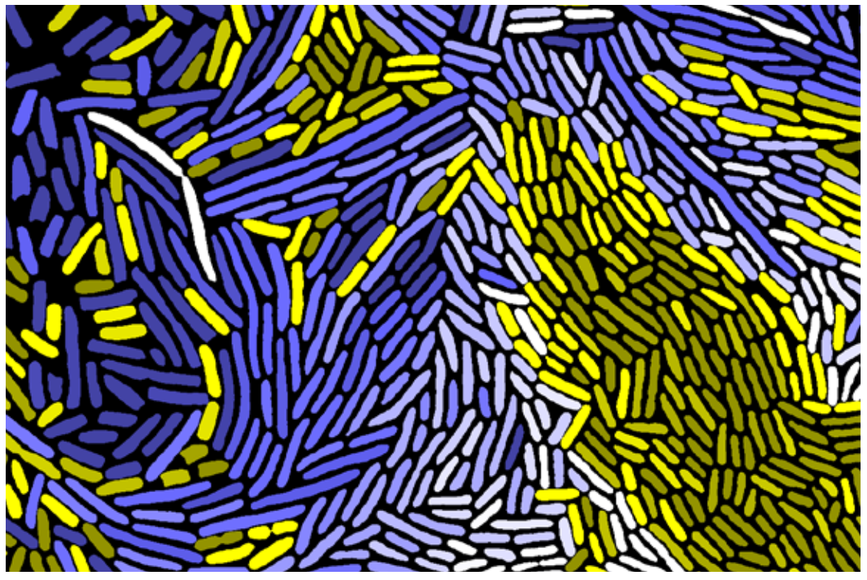
Les bactéries en interaction

Les communautés microbiennes remplissent des fonctions importantes dans les écosystèmes aquatiques – souvent grâce à des interactions entre les organismes. On sait, par exemple, que les microorganismes échangent des produits métaboliques ou des molécules de signalisation: certaines bactéries produisent ainsi des acides aminés spécifiques, que d'autres ne peuvent pas fabriquer. Ces substances nécessaires à la croissance sont échangées par diffusion. Mais cela n'est possible que si les individus bactériens ne sont pas trop éloignés les uns des autres. La taille de cette zone d'interaction était inconnue jusqu'alors. Or Alma dal Co, Martin Ackermann et d'autres collaborateurs du département de Microbiologie environnementale ont réussi à mesurer ces interactions.

Leur nouvelle méthode associe la microfluidique, la microscopie et l'analyse automatique des images. Les chercheurs ont mis au point un appareil qui leur permet de laisser des cellules de deux souches bactériennes se développer sous contrôle et d'observer ce développement au microscope. Les premières mesures montrent que ces interactions ne fonctionnent souvent que sur des distances de quelques millièmes de millimètres. Une distance de deux longueurs de cellules suffit déjà à dégrader presque entièrement cette interaction. «Un microbiome n'est donc pas toujours en mesure de gérer collectivement les processus métaboliques, ses activités reposant presque exclusivement sur des interactions entre cellules bactériennes voisines», explique Martin Ackermann.

Pour mieux comprendre ces interactions et leur influence sur les propriétés des communautés microbiennes, les scientifiques ont développé un modèle mathématique qui prédit les taux de croissance à partir des acides aminés présents. Cette méthode permet d'étudier presque toutes les communautés microbiennes: les biologistes l'appliquent notamment aux microorganismes impliqués dans le cycle du carbone en milieu aquatique.

Alma dal Co et al. (2020)



Observation au microscope de deux souches bactériennes différentes (respectivement en jaune et en bleu). Les bactéries de couleur claire se développent plus vite car elles bénéficient d'acides aminés fournis par l'autre souche.

L'origine de la diversité des épinoches du lac de Constance enfin décryptée

Alors que les mutations génétiques sont rares, de nouvelles espèces apparaissent parfois très rapidement. Comment estce possible? Les écotypes fluviaux et lacustres d'épinoches qui sont apparus depuis peu dans le lac de Constance apportent une réponse surprenante à cette question.

La plupart des pêcheurs n'accordent guère d'attention à l'épinoche à trois épines. Elle est trop petite et trop épineuse pour servir de repas. Mais au lac de Constance, les pêcheurs ont appris involontairement à mieux la connaître depuis quelques années, car la population d'épinoches a récemment décuplé. Si bien que les épinoches obstruent parfois les filets des pêcheurs. Ce problème auquel ils sont confrontés est relativement nouveau car, historiquement parlant, les épinoches n'étaient pas présentes dans le bassin du lac de Constance mais ont été introduites par l'homme au XIXe siècle, à une époque où les épinoches mâles richement colorés étaient appréciés comme poissons d'ornement.

Conservation des différences phénotypiques

Aujourd'hui, les épinoches ne sont pas seulement extrêmement répandues dans le lac de Constance, mais leur longueur atteint aussi fréquemment jusqu'à onze centimètres. Des plaques osseuses épaisses sur les côtés du corps et de longues épines sur le dos et le ventre forment une carapace qui les protège des poissons prédateurs et des oiseaux piscivores. Ole Seehausen, chef du département d'Écologie des poissons de l'Eawag et professeur à l'université de Berne, a commencé l'étude de cette épinoche il y a plus de 10 ans, dans le cadre de stages avec des étudiants en biologie.

Ils ont très vite remarqué une différence importante entre les épinoches du lac et les épinoches des ruisseaux environnants: dans les cours d'eau, les poissons sont plus petits, moins caparaçonnés et se sont spécialisés dans la prédation d'invertébrés vivant sur le sol au lieu de plancton.

Une analyse des séquences d'ADN de tout le génome effectuée par David Marques, biologiste au département d'Écologie des poissons de l'Eawag, a montré que les écotypes des lacs et des ruisseaux ne différaient pas sensiblement sur le plan génétique, à l'exception de quelques courts segments sur plusieurs chromosomes, ce qui indique que les écotypes ne sont apparus que depuis la colonisation du lac il y a quelque 150 ans. Mais comment ces différences génétiques ontelles pu se produire dans un laps de temps aussi court?

Des hybrides entre l'est et l'ouest

Les analyses d'Ole Seehausen et David Marques ont permis de découvrir un phénomène jusqu'alors inconnu en biologie des épinoches: deux populations d'eau douce, qui s'étaient développées isolément dans des bassins versants indépendants pendant des milliers de générations, si bien que les taxonomes les avaient décrites comme des espèces différentes (Gasterosteus gymnurus en Europe de l'Ouest et G. aculeatus en Europe de l'Est), se sont soudain retrouvées en contact au milieu d'un continent et ont formé une zone hybride à la frontière entre les biotopes du lac et ceux des ruisseaux.

Mais tous les ruisseaux autour du lac de Constance n'abritent pas la même «épinoche de ruisseau»: les épinoches qui vivent dans les ruisseaux au nord et à l'ouest du lac sont en grande majorité originaires d'Europe occidentale. Dans les ruisseaux au sud du lac de Constance que les étudiants d'Ole Seehausen étudient depuis une dizaine d'années, comme dans le lac, vivent par contre des épinoches originaires principalement d'Europe de l'Est. L'échange génétique qui s'est produit entre les épinoches d'Europe de l'Est et de l'Ouest dans les cours inférieurs des ruisseaux a eu pour résultat l'apparition assez rapide, dans ces cours d'eau, de nouvelles épinoches de ruisseau à l'intérieur même de la lignée d'Europe de l'Est.

David Marques

Les écotypes d'épinoches à trois épines du lac (à gauche) et des ruisseaux se différencient par de nombreuses caractéristiques phénotypiques, par exemple la taille corporelle, la morphologie liée au régime alimentaire, la coloration des femelles (en haut) et les couleurs des mâles en livrée nuptiale (en bas).

L'Aquascope fait la lumière sur le milieu lacustre

Depuis le printemps 2018, un nouveau microscope submersible baptisé Aquascope photographie automatiquement les différentes espèces de plancton du lac de Greifen. C'est la première fois que ces organismes sensibles peuvent être observés sans être perturbés dans leur environnement naturel. Et c'est un pas décisif vers la surveillance automatisée de la qualité de l'eau et de la biodiversité aquatique.

Eawag

La puce d'eau Bosmina sous le microscope. Sa taille est de 500 à 1'000 microns.

Les photos prises en direct par l'Aquascope révèlent un univers fantastique sous la surface. Une multitude de créatures étonnantes se bouscule dans le lac de Greifen: en forme d'étoile, de cylindre, arborant des cornes ou des ornements extravagants. Mais le phytoplancton et le zooplancton qui se laissent porter par les eaux du lac ne font pas que stimuler l'imagination, ils sont aussi des indicateurs de l'état écologique du milieu. L'observation du plancton est donc essentielle à une bonne surveillance de la qualité des eaux. Et l'Aquascope est alors un excellent allié. Il est basé sur la Scripps Plankton Camera du Jaffe Laboratory of Underwater Imaging de l'université de Californie. Il est ainsi constitué d'une source LED très puissante et d'un microscope submersible à deux grossissements qui transmet les photos à la surface. L'eau chargée de planton peut circuler dans un espace ménagé entre la source de lumière et l'appareil photo, si bien que les biologistes peuvent observer les minuscules organismes dans leur environnement naturel sans les déranger. C'est un énorme avantage puisque ces êtres sensibles n'ont plus à être capturés et extraits de leur environnement familier, ce qui détruisait souvent leurs structures naturelles.

Des images très nettes malgré la turbidité de l'eau

Le biologiste Francesco Pomati, du département Écosystèmes aquatiques, et ses collaborateurs ont adapté la Scripps Camera, conçue pour le milieu marin, aux conditions lacustres. «Nous avons modifié la configuration de l'instrument en le dotant de deux objectifs avec deux grossissements différents et en augmentant la distance entre la source de lumière et les appareils photos. Ces aménagements ont été nécessaires pour les objectifs reçoivent suffisamment de lumière et puissent livrer des images nettes même en conditions de turbidité.» Seule la lumière diffusée par le plancton est photographiée, si bien que les organismes apparaissent comme des structures claires sur fond sombre.

Depuis avril 2018, l'Aquascope est en phase d'essai sur la plateforme de recherche du lac de Greifen. Toutes les heures, il prend une photo par seconde pendant dix minutes, et ce, toute l'année durant. Un ordinateur portable intégré à l'Aquascope transmet les images haute résolution en temps réel à l'Eawag. Quelques minutes plus tard, l'équipe de Pomati peut déjà les exploiter sous forme numérique sur ses ordinateurs.

Pomati pense déjà à l'avenir: «Si la phase de test est concluante, l'Aquascope peut remplacer la méthode traditionnelle qui exige que le plancton soit prélevé manuellement, transféré au laboratoire puis trié, déterminé et compté au microscope». Le système submersible offre aux scientifiques une vision entièrement nouvelle du milieu lacustre. «Nous pouvons observer la biodiversité et la dynamique des communautés planctoniques in situ, de manière automatisée et en temps réel, ce qui nous livre beaucoup plus d'informations.» Mais la surveillance des milieux aquatiques s'en trouvera également simplifiée car l'Aquascope permet de prédire au jour le jour l'évolution de la qualité biologique de l'eau et des blooms toxiques d'algues bleues.

L'intelligence artificielle au secours des analystes

Toutefois, la quantité monumentale de données livrée par l'Aquascope pose également un problème aux biologistes. «Si nous devons classifier les photos visuellement, nous ne pouvons en exploiter qu'une partie», explique Pomati. Il a donc récemment lancé un projet avec les physiciens Thomas Lorimer, Carlo Albert et Marco Baity Jesi du département Analyse des systèmes et modélisation. Leur but: permettre une classification automatique des images grâce à l'apprentissage artificiel. Les chercheurs développent des algorithmes et les nourrissent avec les nombreuses photos pour leur apprendre à identifier les espèces et les caractéristiques intéressantes du plancton. «Mais les espèces rares sont difficiles à appréhender car nous ne disposons pas de beaucoup de photos à leur sujet», commente Pomati.

Jonas Steiner

Les chercheuses de l'Eawag coulent l'Aquascope dans le lac Greiffen, pour capturer la vie sousmarine.

Les eaux suisses et le changement climatique

Le changement climatique entraîne d'une part un réchauffement des eaux. Par ailleurs, il modifie la répartition saisonnière des paramètres écologiques et hydrologiques, ce qui influe sur le brassage des lacs. Ces impacts physiques directs sont bien compris des scientifiques et sont prédictibles. Mais comment réagit l'environnement biologique à ces changements? Et quel est l'impact des effets indirects, comme le changement d'utilisation des sols, sur les milieux aquatiques? Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement, Florian Altermatt du département d'Écologie aquatique et Christian Stamm du département de Chimie environnementale ont donc étudié les effets du changement climatique sur les eaux suisses. Pour mener à bien leur mission, ils ont effectué une étude bibliographique de grande envergure incluant les publications internationales sur les écosystèmes comparables à ceux trouvés en Suisse et interrogé de nombreux experts. «Le rapport fait le point sur les connaissances actuelles, notamment sur l'effet du réchauffement des eaux sur la distribution des espèces de poissons et autres organismes aquatiques ou sur l'influence de la modification du brassage des lacs sur l'occurrence des blooms algaux», indique Altermatt. Les effets indirects du changement climatique sont tout aussi importants que les effets directs mais beaucoup plus difficiles à estimer: ainsi, l'agriculture vatelle favoriser la culture des champs au détriment de l'élevage suite au réchauffement du climat? et cela auratil un impact sur les flux de matières et les émissions de pesticides? Bien que la Suisse prenne de nombreuses mesures, les effets du changement climatique sur la faune et la flore ne pourront quasiment pas être évités. Les conséquences sur la biodiversité sont manifestes: les espèces tolérantes à la chaleur et à la sécheresse sont favorisées et les espèces inféodées aux eaux froides ne pourront se réfugier en altitude que si la continuité écologique des cours d'eau est assurée. Les résultats du rapport peuvent être transposés à tous les systèmes alpins de par le monde.

Enseignement

L'enseignement prodigué par l'Eawag s'étend audelà du domaine des EPF et repose sur ses propres recherches. D'un point de vue thématique, il couvre des questions spécifiques et met l'accent sur les différents usages de l'eau et leurs effets sur les écosystèmes aquatiques. En dehors de l'encadrement des étudiants et doctorants, les scientifiques de l'Eawag contribuent, dans les hautes écoles, à une orientation pratique des formations proposées. À côté de l'enseignement académique, l'Eawag est très engagé dans la formation professionnelle et dans la formation continue des personnes de terrain.

Photo À l'Eawag, la semaine forestière de Bergün est devenue une véritable institution au cours de laquelle les nouveaux apprentis et les personnes qui les encadrent apprennent à mieux se connaître. Les nouveaux-venus y acquièrent de nouveaux savoirfaire comme réparer une clôture ou remettre en sentier en état. Le département de Formation professionnelle organise cette semaine avec l'Atelier forêt de montagne.

Nos apprenties et apprentis: les spécialistes de demain

L'Eawag s'engage depuis de nombreuses années dans la formation professionnelle des laborantines et laborantins, employées et employés de commerce, informaticiennes et informaticiens. La formation des assistants de laboratoire est assurée en collaboration avec des consultants extérieurs, de la Bachema ou de Coca-Cola, par exemple. En 2019, neuf personnes ont achevé leur apprentissage et dix ont commencé leur vie professionnelle à l'Eawag au mois d'août. *M. A. Gonzalez, apprentie en 2e année de commerce, a rédigé les portraits*

Peter Penicka, Eawag

Ifedayo Ogunsola, CFC informaticien, ingénierie des systèmes, 3e année

Si vous ne trouvez pas Ifedayo, Dayo pour les intimes, en train d'installer des systèmes informatiques pour les membres de l'Eawag ou de contrôler les réseaux, c'est qu'il est sur le terrain de foot. Il joue chez les juniors A du FC Kilchberg-Rüschlikon où il assure aussi les fonctions d'arbitre pour les matches des juniors D. Il a voulu devenir informaticien parce qu'il aime voir les résultats de ses journées de travail – sous la forme d'un nouveau logiciel, par exemple. «J'apprécie particulièrement la bonne ambiance de travail et l'ouverture de l'Eawag», déclare Dayo.

Peter Penicka, Eawag

Soraya Oesch, CFC employée de commerce, services et administration, 3e année

C'est une information sur les thèmes de recherche de l'Eawag et sur son souci de l'environnement qui a attiré l'attention de Soraya sur l'institut, au point d'y envoyer une candidature. Arrivée en 3e année de CFC, elle apprécie surtout l'excellence de la préparation à l'examen et les nouvelles relations d'amitié qu'elle a pu nouer et «qui perdureront certainement après l'apprentissage». Après ses heures du bureau, Soraya danse: jazz, dancehall, locking et danse classique l'occupent cinq fois par semaine. Après le CFC, elle souhaite suivre une formation de danse de 3 ans pour se produire sur les scènes du monde.

Peter Penicka, Eawag

Severin Stierli, CFC laborantin en biologie, 2e année

«J'ai toujours voulu être océano-biologiste», raconte Severin. C'est pourquoi, après avoir testé d'autres instituts, il a choisi l'Eawag pour son CFC – le climat de travail chaleureux a achevé de le convaincre. Aujourd'hui, il apprécie particulièrement de prélever des échantillons d'eau dans le lac de Greifen avec son équipe pour en analyser le zooplancton. Après l'apprentissage, il souhaite suivre une année passerelle puis faire des études de biologie pour enfin réaliser son rêve d'enfance à l'étranger.

Peter Penicka, Eawag

Nadine Fritschi, CFC laborantine en chimie, 2e année

«Ma mère avait déjà fait son apprentissage à l'Eawag», confie Nadine. C'est à la journée Futur en tous genres qu'elle a décidé de faire de même. Aujourd'hui, elle assiste les chercheurs dans le prélèvement d'échantillons, la préparation de solutions et le traitement de carottes de sédiments. Elle apprécie particulièrement le travail de chromatographie ionique. Dans ses loisirs, Nadine se dépense sans compter à l'association sportive de Volketswil. Après le CFC, elle aimerait partir en Australie pour apprendre l'anglais.

Premier workshop de Suisse sur l'apprentissage artificiel

Il n'est plus possible, aujourd'hui, d'imaginer la recherche environnementale sans l'apprentissage artificiel. Mais aussi fascinant et utile qu'il soit, cet apprentissage automatique comporte aussi quelques risques.

En janvier, l'Eawag organisait le premier «Machine Learning Workshop» de Suisse avec l'EPF de Zurich, le WSL et d'autres partenaires, rassemblant plus de 120 environnementalistes et spécialistes des géosciences. L'objectif était de connecter les scientifiques suisses dans ce domaine. Le premier jour, les participants ont reçu une introduction à la programmation de l'apprentissage automatique. Le deuxième jour, des experts internationaux ont présenté les opportunités offertes par cet outil dans les sciences de l'environnement et les géosciences.

Les masses d'informations posent un problème de protection des données

L'apprentissage artificiel nécessite une très grande quantité de données. Même dans la gestion des eaux urbaines, où les calculs s'appuient sur des photos de crues, des données de précipitations, la production d'eaux usées des ménages, etc. La manipulation de ces masses d'informations comporte cependant des risques en termes de protection des données, comme l'ont montré des chercheurs du département de Gestion des eaux urbaines dans l'article «Smart urban water systems: what could possibly go wrong?». Car les données sur l'eau et les effluents informent sur les habitudes de la population. Elles indiquent par exemple à quel moment un logement est occupé et à quelle heure telle ou telle quantité d'eau est consommée – mais aussi des aspects plus délicats comme la nature des médicaments ou drogues pris dans un ménage. Ces données doivent être transférées de façon sure et être protégées des tiers non autorisés.

Peter Penicka, Eawag

João Leitão, du département de Gestion des eaux urbaines, a coorganisé le workshop. Ses recherches portent notamment sur la modélisation des crues en milieu urbain et sur l'amélioration de l'analyse des risques dus aux crues grâce à de grandes quantités de données.

Le «Machine Learning» prend de l'importance dans la recherche. Pourquoi?

Ce n'est pas un domaine de recherche entièrement nouveau – on a déjà commencé à s'y intéresser dans les années 1950 - mais les avancées récentes dans l'acquisition des données et les capacités de traitement permettent aujourd'hui des applications de plus en plus intéressantes et diverses. Dans le domaine de l'environnement et des géosciences, les scientifiques ont commencé à réaliser tout son potentiel et à l'utiliser.

Quelle est la différence entre apprentissage automatique et intelligence artificielle?

Ce sont deux approches totalement différentes. Dans l'intelligence artificielle, les ordinateurs sont programmés pour pouvoir s'adapter à différentes situations. L'apprentissage automatique consiste à faire travailler l'ordinateur jusqu'à ce qu'il puisse traiter les données sans surveillance humaine continue.

Quelles sont les opportunités offertes par l'apprentissage automatique dans le domaine de la recherche sur l'eau et les milieux aquatiques?

Tout d'abord, il permet d'automatiser les tâches répétitives comme l'identification des objets dans les images. Ensuite, il permet de développer des modèles numériques qui livrent des résultats beaucoup plus rapidement que les modèles physiques. Mais il ne faut pas oublier que ces modèles ont besoin de grandes quantités de données de grande qualité. Sans ça, il est impossible de les généraliser.

À l'Eawag, j'ai appris à prendre l'initiative.

Le Tessinois Matteo Bonalumi (38) a fait des études de géologie à l'EPF de Zurich puis effectué une thèse à l'Eawag. Il a ensuite travaillé dans l'administration cantonale de Berne dans le domaine de l'attribution des concessions pour les centrales hydrauliques. Depuis le printemps 2019, il travaille à l'Office fédéral de l'énergie où il est la personne à contacter pour tout ce qui concerne les contributions à l'investissement pour l'agrandissement ou le renouvellement des petites centrales hydroélectriques.

Andri Bryner, Eawag

Matteo Bonalumi a achevé sa thèse à l'Eawag il y a huit ans. Sa carrière l'a depuis conduit à s'intéresser à des questions de plus en plus variées concernant l'eau: aux aspects scientifiques sur l'eau, ses utilisations et les impacts qui en découlent sont venus s'ajouter des questions d'ordre juridique et, plus récemment, des réflexions d'ordre économique. Il considère aujourd'hui que ses années à l'Eawag lui ont permis de mieux comprendre les relations entre des domaines souvent abordés séparément.

À l'origine, en tant que géologue, Matteo Bonalumi s'intéressait plutôt aux eaux chaudes. Son travail de diplôme à l'EPF de Zurich portait ainsi sur les systèmes hydrothermaux en Islande. Mais au lieu de continuer à barboter dans la lagune bleue près de Reykjavik, il a choisi de consacrer sa thèse aux eaux glaciales des lacs de retenue des montagnes suisses. Dans un projet interdépartemental de l'Eawag, il a étudié l'impact du pompageturbinage sur les lacs supérieurs et inférieurs des centrales hydroélectriques concernées: quel est l'effet de l'arrivée en aval des eaux turbinées, et en amont des eaux pompées, sur la température et la turbidité de l'eau dans les lacs respectifs? Dans le cas de l'extension prévue – mais non encore réalisée – des centrales hydroélectriques dans le Val Poschiavo, dans les Grisons, il a pu montrer dans quelle mesure la période de gel du Lago Bianco, en altitude, serait raccourcie et à quelle fréquence les eaux turquoise du Lago Poschiavo, en contrebas, deviendraient laiteuses.

L'Eawag a beaucoup apporté, mais aussi beaucoup demandé

Matteo Bonalumi garde un excellent souvenir de ses années à l'Eawag: «Nous avions une super équipe», raconte-t-il avant d'ajouter: «Mais c'est pourtant à cette époque – et peutêtre plus grâce à ce soutien que malgré lui – que j'ai appris à travailler de manière autonome et à prendre l'initiative.» Il remercie donc ses collègues, mais aussi, et surtout, ses superviseurs qui l'ont accompagné de manière critique mais positive, le poussant toujours à se surpasser. Mais il reconnaît une chose: «J'étais content de travailler sur un sujet aussi concret. Toutes les thèses n'ont pas autant de chances de déboucher sur des résultats directement applicables dans la pratique.»

Lui-même a surtout profité du savoir acquis sur les centrales hydrauliques et l'expérience du contact et du travail avec leurs exploitants. Car après son séjour à l'Eawag, il a travaillé pendant sept ans dans l'administration du canton de Berne dans le domaine de l'attribution des concessions pour ces centrales. Il avoue avoir surtout dû faire preuve de psychologie pour trouver une voie entre les différents points de vue des électriciens, des ONG environnementales, des politiques et des administrations.

Depuis le printemps 2019, Matteo Bonalumi est chargé, à l'Office fédéral de l'énergie, de l'évaluation des demandes de contributions à l'investissement pour l'agrandissement ou le renouvellement des petites centrales hydroélectriques. Il reste en contact avec l'Eawag, que ce soit par la newsletter ou par la journée d'info annuelle. Mais ce qu'il apprécie le plus, c'est de rencontrer ses anciens et anciennes collègues. «Il m'arrive encore d'aller boire une bière après le travail avec certains d'entre eux.»

Du gagnant-gagnant pour les étudiants et enseignants

À l'Eawag, près de 140 mastères sont supervisés chaque année et bien souvent directement intégrés dans des projets de recherche. Ce souci d'intégration, l'horizontalité des relations hiérarchiques et l'interdisciplinarité du travail sont autant de facteurs d'excellence pour les mastères.

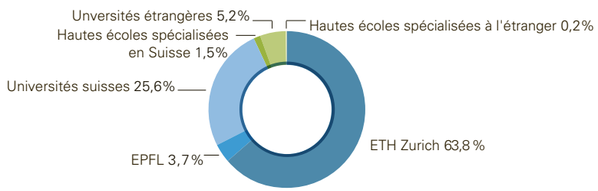
À l'Eawag, les mastères sont généralement intégrés à des projets de recherche. Cela a l'avantage de fournir aux étudiantes et étudiants un cadre prédéfini pour leur travail tout en leur permettant d'y exprimer et d'y développer leur propre vision du sujet. Dominik Boller, dont le travail de mastère en génie de l'environnement a été récompensé par l'ETHZ, a particulièrement apprécié cet aspect:
«J'avais toute liberté pour concrétiser mes propres idées. L'ouverture d'esprit des chercheurs et l'horizontalité de la hiérarchie créaient un cadre très motivant: je n'avais jamais peur de poser des questions ou de remettre en cause des théories.» Livia Britschgi et Viviane Furrer, elles aussi récompensées par l'ETHZ, ont également profité de pouvoir interpeller directement les chefs de groupe et de bénéficier du soutien de l'atelier pour construire leurs dispositifs expérimentaux.

Les personnes chargées de l'encadrement profitent également du travail avec les étudiantes et étudiants en mastère, qui les enrichissent de leur regard neuf sur les problèmes et les amènent parfois à envisager de nouvelles méthodes. Samuel Renggli, superviseur au département Sandec de l'Eawag, aime voir comment de nouvelles idées prennent forme et comment les incertitudes disparaissent: «Les étudiants en mastère peuvent déjà effectuer un travail de recherche très concret et cela peut être un apport pour l'ensemble du projet.»

Afin de transmettre son savoir aux étudiantes et étudiants, l'Eawag gère plusieurs chaires en commun avec les EPF de Zurich et de Lausanne ainsi qu'avec différentes universités et hautes écoles suisses et étrangères.

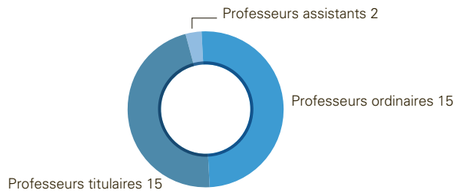
Enseignement dans divers établissements

4539 h



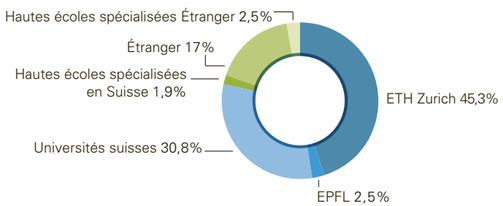
Chaires occupéest

32



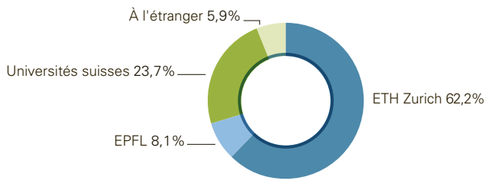
Bachelors et mastères supervisés

159



Thèses supervisées

135



Une chouette d'or décernée à Lenny Winkel

Chaque année, l'Association des étudiants de l'EPF de Zurich (VSETH) décerne une chouette d'or («Goldene Eule») aux meilleurs pédagogues. Au terme d'un sondage en ligne parmi les étudiants, une personne est récompensée dans chaque département.

Dans le département de Sciences de l'environnement, la chouette d'or 2019 a été attribuée à Lenny Winkel. La chercheuse, qui dirige le groupe de Géochimie inorganique de l'environnement au sein du département Ressources aquatiques et eau potable de l'Eawag, est professeure extraordinaire de géochimie inorganique de l'environnement à l'ETHZ depuis 2018. Dans la filière Sciences de l'environnement, elle organise la formation pratique en biogéochimie et dispense le cours de chimie des systèmes aquatiques pour les bachelors et enseigne la biogéchimie des éléments traces et dirige deux cours sur les travaux scientifiques pour les mastères.
Lenny Winkel est très heureuse de sa chouette:
«C'est en quelque sorte le prix du public – c'est une formidable reconnaissance de mon travail.» Elle voit dans l'enseignement un complément idéal à la recherche qui l'aide à s'autoévaluer. Elle aime le contact avec les étudiants, apprécie leur jugement direct et s'avoue très curieuse de leur opinion. «Je profite énormément, pour mon travail de recherche, des points de vue différents du mien. Ils me donnent souvent de nouvelles idées.» Son but est d'amener les étudiants à développer leur esprit critique: «Il faut qu'ils comprennent que rien, dans les sciences de l'environnement, ne peut être considéré isolément. Je dois donc développer leur compréhension de la complexité du contexte environnemental.»

Peter Penicka, Eawag

Les MOOC: une véritable success story

L'Eawag propose depuis 2014 des cours en ligne gratuits, ou MOOC, sur la potabilisation des eaux, l'assainissement et la gestion des déchets et boues fécales dans les pays en développement en partenariat avec l'EPF de Lausanne. Cet ensemble de cours constitue la série de MOOC «Sanitation, Water and Solid Waste for Development».

Les cours ont suscité un intérêt croissant. En 2019, la barre des 100'000 personnes inscrites a été franchie. Près de 66'000 d'entre elles étaient régulièrementactives et 11'200 ont suivi un cours jusqu'à son terme. Les cours sont particulièrement appréciés des personnes en emploi et des étudiants en Afrique, en Asie et en Amérique latine. Ce succès est dû à la pertinence des thématiques proposées mais aussi à la facilité d'accès via la plateforme Coursera, la présentation attrayante des contenus et à la simplicité du contrôle des connaissances. Les cours quatre cours reçoivent gratuitement un certificat.
L'Eawag a par ailleurs créé le cours «Introduction to Public Health Engineering in Humanitarian Contexts» en partenariat avec le Comité international de la Croix rouge (CICR). Ce cours explique aux professionnels de l'environnement, de l'eau, de l'assainissement et de l'énergie comment ils peuvent contribuer à améliorer les conditions de vie lors des crises humanitaires.

Depuis deux ans, les cours en ligne sont de plus en plus utilisés par des universités partenaires en Afrique, en Asie et en Amérique latine. Elles les proposent en général sous la forme de «Blended Learning» où ils sont combinés à des cours sur place, à des excursions et à des projets. Cette forme d'enseignement est très appréciée des étudiants car elle permet de profiter des avantages de l'approche numérique et de l'approche traditionnelle.

Les cours en ligne sont accessibles sur www.eawag.ch/mooc

Conseil

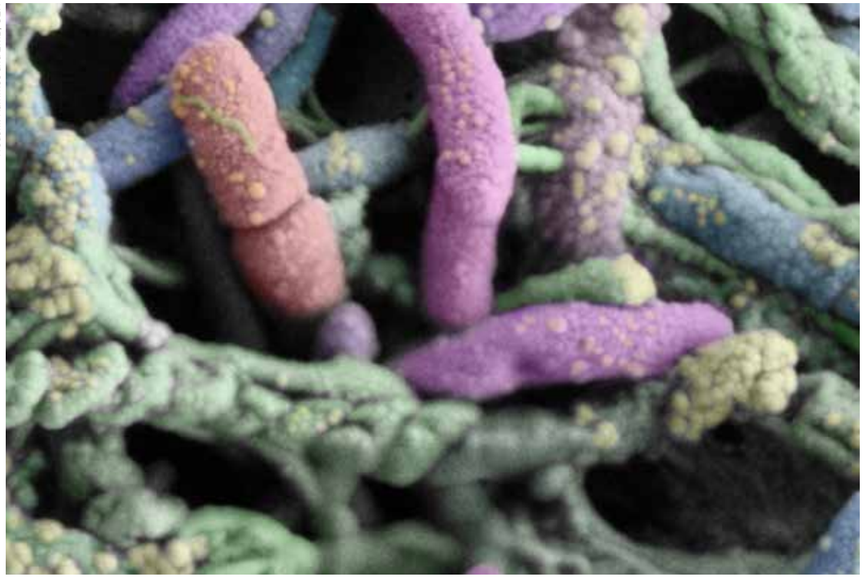
Les chercheuses et chercheurs de l'Eawag collaborent avec les professionnels de l'eau dans de nombreux projets et mettent en œuvre leurs compétences dans de nombreuses instances nationales et internationales. Ils apportent par ailleurs leur expertise dans diverses commissions d'experts et remplissent divers mandats de conseil. L'Eawag gère d'autre part plusieurs centres de compétences qui facilitent les échanges entre les disciplines de recherche et la pratique. Enfin, l'Eawag communique ses résultats de recherche dans des revues destinées aux professionnels et contribue ainsi à un transfert du savoir adapté à leurs besoins.

Photo Franziska Rölli de la Haute Ecole de Lucerne et Frederik Hammes étudient comment les légionelles, des bactéries dangereuses pour la santé, apparaissent dans l'eau potable. Pour ce faire, ils analysent notamment des échantillons provenant de différentes conduites d'eau chaude.

Des légionelles à l'Eawag: ou comment les chercheurs ont fait contre mauvaise fortune bon cœur

Les légionelles affectionnent l'eau chaude des douches mais peuvent rendre malade si elles sont inhalées. Des scientifiques de l'Eawag cherchent à savoir comment limiter le danger émanant de ces bactéries dans un projet multidisciplinaire – et utilisent leurs propres locaux pour leurs essais.

Frederik Hammes und ZMB, UZH



Communauté bactérienne d'un tuyau de douche vue au microscope électronique.

Les cas de légionellose se multiplient en Suisse: l'an passé, l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) a enregistré 582 cas de cette forme particulièrement dangereuse de pneumonie, soit deux fois plus qu'en 2013. L'affection est mortelle dans 5 à 10 % des cas, même avec un traitement aux antibiotiques.

Le bâtiment de l'Eawag n'est pas une exception

Les bactéries responsables sont des légionelles qui se développent notamment dans l'eau. Une eau contaminée peut être bue sans danger mais son inhalation sous forme de fines gouttelettes comporte des risques importants. Et cela peut se produire partout où de telles gouttelettes se forment: dans les stations de lavage des voitures, les tours de refroidissement industrielles ou des systèmes de climatisation, etc. Dans certaines conditions, des légionelles peuvent également apparaître dans l'eau potable. Les jets d'eau, les hammams et les douches peuvent alors se transformer en sources d'infection.

En 2017, des légionelles ont été découvertes dans le bâtiment de recherche de l'Eawag à Dübendorf. Le nombre de germes décompté dans les systèmes d'eau chaude et notamment de douche, dépassait la limite légale. Les analyses ont été faites dans le cadre d'une étude de cas menée par l'équipe de Frederik Hammes, du département de Microbiologie de l'environnement de l'Eawag et Franziska Rölli de l'Institut für Gebäudetechnik und Energie de la Haute École de Lucerne (HSLU). «Nous voulions évaluer le problème posé par les légionelles dans l'eau potable», raconte Hammes. Ils avaient choisi le bâtiment de l'Eawag pour la facilité d'accès aux échantillons. Par ailleurs, l'équipe de gestion des bâtiments était intéressée et souhaitait trouver une solution.

Plusieurs projets se sont succédés et Hammes et Rölli savent aujourd'hui que l'Eawag n'était pas une exception: «Beaucoup de bâtiments plus ou moins grands sont confrontés à la présence de légionelles dans l'eau potable», révèle Hammes.

Mais comment les pathogènes parviennentils dans les circuits des bâtiments? La plupart des bactéries et des nutriments sont éliminés dans les usines centralisées de production d'eau potable qui desservent les communes. Leurs concentrations restent basses dans le réseau de distribution, c'est-à-dire jusqu'aux bâtiments. «C'est là que tout se complique», explique Hammes. Car dans les bâtiments, l'eau se réchauffe. Les légionelles peuvent ensuite se développer dans les conduites d'eau chaude car leur croissance est maximale entre 35 et 40 degrés Celsius.

De nombreuses questions en suspens

Il est certes possible d'éliminer les légionelles en chauffant l'eau à plus de 60 degrés mais une telle température est rarement atteinte dans un pommeau de douche. Par ailleurs, la température est souvent maintenue en dessous de 60 degrés dans les ballons d'eau chaude par souci d'économie d'énergie. C'était le cas à l'Eawag où elle était de 45 degrés. Pour lutter contre les légionelles, la température a été fixée à 60 degrés dans tout le système d'eau chaude en 2018. «Les concentrations de légionelles ont immédiatement baissé», indique Hammes. Depuis février 2019, plus aucune concentration critique n'a été mesurée.

Mais la solution n'est pas toujours aussi simple. Beaucoup de questions demeurent: quelle est par exemple la relation entre la teneur en légionelles et l'infection humaine? Ou comment dépister efficacement les légionelles dans les conduites d'eau potable? Pour y répondre, les offices fédéraux de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV), de l'énergie (OFEN) et de la santé publique (OFSP) financent à l'Eawag un projet multidisciplinaire de quatre ans à hauteur de 2,5 millions de francs. Sous la direction de Tim Julian, il réunit l'équipe de Frederik Hammes, la Haute École de Lucerne, l'Institut tropical et de santé publique suisse (Swiss TPH), le laboratoire cantonal de Zurich (KLZH) et le groupe de recherche Germes pathogènes et santé humaine de l'Eawag.

Avec le Swiss TPH, Tim Julian cherche à établir une relation entre le nombre de légionelles dans l'eau de douche et le nombre de cas de légionellose. Concrètement, ils calculent la probabilité d'infection pour différentes concentrations à l'aide d'un modèle mathématique.

Le projet vise également à améliorer l'échantillonnage. Depuis 2017, une ordonnance exige en effet que l'eau des douches accessibles au public ne contienne pas plus de 1000 légionelles par litre. Or la composition de la communauté bactérienne des installations d'eau potable est variable, ce qui complique l'échantillonnage. «Pour augmenter la représentativité et la comparabilité des échantillons, nous devons optimiser et standardiser la stratégie de prélèvement», explique Franziska Rölli de l'HSLU. «Il est également très important d'informer et de sensibiliser les intéressés.» Car bien souvent, les architectes, concepteurs, plombiers et gestionnaires connaissent mal le problème des légionelles. À côté de la recherche, les acteurs du projet tiennent donc à transmettre les connaissances nouvellement acquises à travers des ateliers ou des séminaires.

Un modèle 3D pour prédire la température des lacs

Depuis l'année dernière, il est possible de connaître la température du lac de Zurich et son évolution dans les heures et les jours qui viennent en consultant le site www.meteolakes.ch. Des chercheurs de l'Eawag et de l'EPFL y ont en effet publié un modèle 3D accessible au public qui utilise les données actuelles et prévisionnelles de MétéoSuisse, les données hydrologiques de l'Office fédéral de l'environnement et des données reçues par satellite pour représenter les températures lacustres. Les températures sont calculées pour différentes profondeurs et avec une résolution temporelle de trois heures. Les modèles de lacs peuvent prédire les conditions de température et de courant pour les cinq prochains jours. Jusqu'à présent, il existait des modèles pour le lac Léman, le lac de Bienne et le lac de Greifen. Le lac de Zurich a été ajouté en juin 2019.

Damien Bouffard, du département Eaux de surface, dirige le projet Coresim derrière «Meteolakes». L'objectif de l'équipe de recherche est de créer une valeur ajoutée pour d'autres scientifiques. Aujourd'hui, de nombreux lacs ne sont mesurés qu'une fois par mois. Les chercheurs qui veulent relier leurs propres données, par exemple sur la distribution des nutriments dans le lac, à la physique du lac, peuvent maintenant utiliser Meteolakes pour accéder à des données à haute résolution.

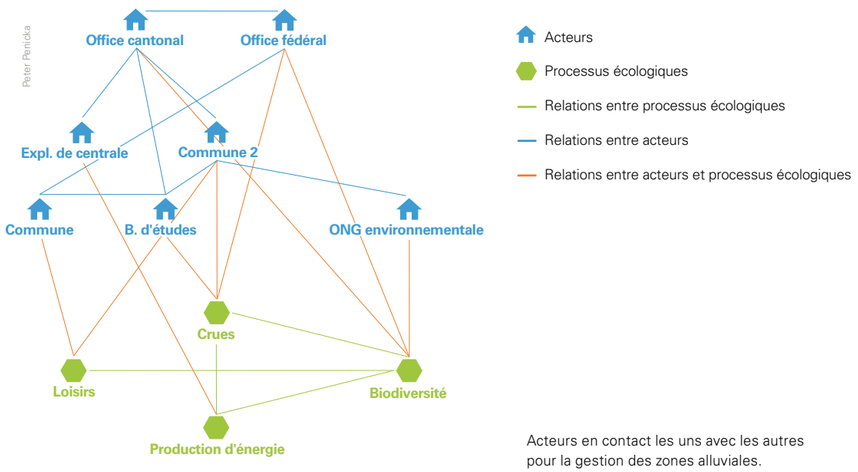
Démêler les relations complexes entre l'Homme et la nature

Grâce à une nouvelle approche socioécologique, il est désormais possible de représenter la complexité de la gestion des écosystèmes sous la forme abstraite mais plus lisible de réseaux de relations.

Les problèmes environnementaux sont généralement complexes, les processus écologiques et les acteurs souvent étroitement imbriqués les uns dans les autres. Les réseaux socioécologiques permettent de démêler cet ensemble de relations. Les éléments sociaux et écologiques et leur influence mutuelle y sont représentés sous la forme de réseaux formés de nœuds et de liaisons.
Avec ses collègues du groupe «Policy Analysis and Environmental Governance», Manuel Fischer, politologue au département de Sciences sociales de l'environnement, se sert de cette approche pour étudier la gestion des écosystèmes. Fischer s'explique: «D'un côté, nous voulons aider différentes organisations à coordonner leurs actions. D'un autre côté, cette démarche d'abstraction nous permet de comparer différentes situations de gestion des écosystèmes et d'identifier les facteurs garants de succès.»

Les zones alluviales suisses représentées par des réseaux socioécologiques

Dans le projet «Wetlands», les chercheurs examinent douze zones alluviales suisses. Ils explorent de nouvelles voies et, au lieu d'étudier classiquement le réseau de relations spatiales entre les zones alluviales, ils s'intéressent aux relations fonctionnelles entre les domaines de gestion des écosystèmes comme la protection contre les crues, les loisirs, l'énergie et la biodiversité. Suite à la multitude d'acteurs impliqués, le réseau socioécologique devient un enchevêtrement de relations.
«Nous cherchons maintenant à savoir comment un tel réseau doit être structuré pour que les zones alluviales soient bien gérées», indique Fischer. Estil judicieux, pour la protection contre les crues, que le canton et les responsables du tourisme unissent leurs efforts? Le manque de contact entre les électriciens et le bureau d'étude nuitil à la protection des espèces? Et pourquoi certains acteurs accordentils leurs décisions et d'autres pas alors que leurs domaines d'action dépendent les uns des autres? «Nous sommes curieux des résultats», confie Fischer. «Pour le moment, nous pensons qu'au delà des aspects professionnels, des raisons personnelles jouent un rôle: concurrence, conflits d'intérêts, antipathies, etc.»
Les chercheurs de l'Eawag font partie d'un groupe scientifique international qui développe le concept de réseaux. En 2019, ce groupe a publié dans la revue Nature Sustainability un article intitulé «Improving network approaches to the study of complex socialecological interdependencies» qui propose des solutions pour améliorer le concept, uniformiser le protocole de recherche et accroître la comparabilité des études. Une typologie des rapports de cause à effet doit par exemple permettre de développer une théorie généralisable.



Acteurs en contact les uns avec les autres pour la gestion des zones alluviales.

Alternative à l'expérimentation animale: certification ISO pour un test sur cellules de poissons

Pour la première fois, un test de toxicité utilisant des cellules branchiales cultivées a obtenu une certification ISO. Ce test sert à mesurer la toxicité aiguë d'échantillons d'eau et de produits chimiques sur les poissons. Il s'agit d'un progrès décisif face au besoin actuel d'alternatives reconnues à l'expérimentation sur poissons vivants.

Basil Stücheli/ETH-Rat

Les chercheuses Melanie Fischer (à gauche) et Kristin Schirmer devant un ordinateur montrant des cellules branchiales de truite arcenciel vues au microscope.

En 2017, plus de 7500 essais écotoxicologique ont été menés rien qu'en Suisse sur des poissons afin de protéger les hommes, la faune et l'environnement. Cela fait des années que l'Eawag cherche des solutions pour réduire, voire même remplacer l'expérimentation sur les poissons. L'une d'entre elles consiste en des essais sur une lignée de cellules branchiales de la truite arcenciel (RTgill-W1) qui permet de déterminer avec fiabilité la toxicité aiguë d'échantillons d'eau et d'un grand nombre de produits chimiques pour les poissons.

Ces dernières années, le département de Toxicologie de l'environnement que dirige Kristin Schirmer n'a eu de cesse que d'affiner la méthode. Six laboratoires industriels et universitaires ont participé à une étude internationale d'intercomparaison visant à déterminer, à l'aide d'une sélection de six produits chimiques tests, la robustesse, la transférabilité et la comparabilité de l'essai basé sur la lignée cellulaire RTgill-W1: tous les laboratoires ont obtenu des résultats comparables et reproductibles. En 2019, la méthode a reçu une certification internationale: elle répond maintenant aux normes ISO qui servent de référence aux chercheurs et aux fabricants. En récompense de leurs travaux, Kristin Schirmer et sa laborantine Melanie Fischer se sont vu attribuer le prix 3RCC 2019 par le centre de compétence suisse 3R (3RCC). Le 3RCC promeut la règle des 3R: réduire, raffiner, remplacer les essais sur animaux.

L'objectif des chercheuses est maintenant de réaliser leur test sans aucun composant animal. Car pour le moment, du sérum fœtal de veau est encore utilisé dans le milieu de culture des cellules branchiales. Pour ce projet, 3RCC leur a promis une aide financière de 251 000 francs.

Le thallium: un poison méconnu

Les sols renferment naturellement des métaux lourds. L'un d'entre eux est le thallium. Son comportement dans l'environnement étant très mal connu, une équipe du département Ressources aquatiques et eau potable s'est penchée sur son cas.

Aldo Todaro, Eawag

Le doctorant Silvan Wick (à droite) et le technicien Numa Pfenninger analysant des échantillons de sol contenant du thallium.

Dans son roman policier «Le cheval pâle», Agatha Christie fait mourir ses victimes d'un empoisonnement au thallium. Elle décrit la progression de l'intoxication: les premiers symptômes sont ceux d'une grippe et seuls ceux qui apparaissent plus tard (perte de cheveux et stries sur les ongles) permettent d'identifier le mal – mais il est alors déjà trop tard pour utiliser un contrepoison. Et c'est cette difficulté à diagnostiquer un empoisonnement au thallium qui a fait de cette substance indétectable à l'odeur ou au goût un instrument privilégié des assassins.

Mais le métal toxique pour l'homme à très faible dose ne se trouve pas uniquement dans les poisons mais est émis dans l'environnement suite à certains procédés industriels comme la fabrication du ciment ou l'extraction des minerais ou du charbon. Qui plus est, le thallium peut aussi s'accumuler naturellement dans les sols, même à certains endroits de Suisse. En 2013, l'office de l'environnement et de l'énergie du canton de Bâle-Campagne a ainsi découvert dans la zone de l'Erzmatt, dans la commune de Buus, des sols présentant naturellement de fortes teneurs en thallium. Les concentrations peuvent y atteindre plusieurs milliers de milligrammes par kilo alors qu'elles sont normalement comprises entre 0,01 et 1 milligramme de thallium par kilogramme de sol.

Très peu d'études scientifiques

C'est par hasard qu'Andreas Voegelin, géochimiste au département Ressources aquatiques et eau potable, a entendu parler de la présence de thallium à l'Erzmatt. Après avoir consulté la littérature scientifique, force lui a été de constater que l'«on ne savait pratiquement rien du comportement du thallium dans l'environnement». Il a donc décidé de s'intéresser à ce métal.

Dans une première étude, lui et son équipe ont déterminé la forme sous laquelle le thallium était présent dans les sols de l'Erzmatt. Cette information permet d'évaluer la solubilité du thallium dans le sol et donc sa capacité à être absorbé par les plantes ou entraîné dans les eaux souterraines.

Conclusion: dans les couches profondes, le thallium est surtout lié aux produits d'érosion des minerais. Dans les horizons de surface, il est principalement lié à une argile, l'illite, mais aussi aux oxydes de manganèse. Il y a quatre ans, le géologue Silvan Wick a rejoint l'équipe de Voegelin en tant que doctorant pour étudier les réactions chimiques du thallium avec l'illite et les oxydes de manganèse dans des essais avec des minéraux purs et avec des extraits des sols de l'Erzmatt. Sa thèse était un projet commun de l'Eawag, de l'Institut Paul Scherrer et de l'EPF de Zurich. Pour déterminer la nature chimique des liaisons du thallium, il a notamment utilisé la spectroscopie d'absorption de rayons X émis par un synchrotron.

«Ce travail a débouché sur des modèles qui permettent d'évaluer la solubilité du thallium dans le sol à partir de la composition de ce dernier», explique Wick. Pour l'Erzmatt, il s'est avéré que le thallium était assez peu soluble car il avait en grande partie été incorporé à la structure minérale de l'illite lors de la formation du sol.

Présence naturelle de thallium dans d'autres régions

«En Suisse, aucune limite légale n'a été fixée pour le thallium, si bien qu'il n'est en général pas dosé dans les échantillons prélevés dans l'environnement», indique Andreas Voegelin. Au vu de la situation de l'Erzmatt, les chercheurs se sont demandé si d'autres sites pouvaient également présenter des teneurs élevées de thallium. Ces deux dernières années, Voegelin et le technicien Numa Pfenninger ont donc analysé des échantillons d'eau potable et d'eau de rivière collectés dans le Jura bâlois et les communes environnantes. Les résultats confirment les premiers indices fournis par une étude de l'Office fédéral de la santé publique: les eaux de Suisse du Nordouest peuvent contenir des teneurs plus élevées que la normale de thallium d'origine géologique. Les concentrations mesurées sont cependant bien inférieures au seuil de 2 microgrammes par litre fixé aux USA pour l'eau potable et ne sont donc pas préoccupantes pour la santé.

L'Urinexpress en tournée

L'urine contient de précieux nutriments, dont de l'azote, du phosphore et du potassium. L'Eawag a donc élaboré, il y a quelques années, un procédé qui permet de l'utiliser pour produire de l'engrais. La spin-off de l'Eawag Vuna le rend maintenant mobile.

On les rencontre parfois dans les festivals, sur les chantiers ou dans les refuges de montagne: les toilettes qui collectent séparément l'urine. Une base idéale pour le procédé Vuna qui produit de l'engrais à partir de l'urine: les résidus de médicaments, les hormones et les germes y sont éliminés et l'urine réduite à un dixième de son volume tandis que les nutriments sont conservés. L'engrais liquide «Aurin» ainsi obtenu est officiellement autorisé depuis 2018 par l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) pour toutes les cultures et plantes d'ornement.

«Bien souvent, les quantités d'urine sont trop faibles pour qu'une installation soit rentable», raconte Nadège de Chambrier, de Vuna. Avec l'aide de l'OFEV et de l'Eawag, la spin-off a donc construit dans une remorque une unité mobile capable de traiter 150 litres d'urine par jour. Les ingénieures et ingénieurs en ont profité pour optimiser le procédé. De nouveaux capteurs contrôlent en permanence la teneur en nitrites, décisive pour la stabilité du processus. «Auparavant, les mesures et réglages se faisaient surtout à la main, explique de Chambrier. Nous avons maintenant automatisé le processus pour l'unité mo-bile.» La prochaine étape sera de réduire encore les coûts de production.

L'équipe de VUNA part maintenant en tournée avec l'«Urinexpress». La société souhaite également en profiter pour démontrer aux clients potentiels d'installations fixes que le système fonctionne bien. La tournée passera tout d'abord par un court de tennis à Bienne puis se dirigera peutêtre vers Paris. Le système de traitement de l'urine y suscite en effet un grand intérêt car le réseau d'assainissement y arrive à saturation.

Nadège de Chambrier

L'Urinexpress au Martinimarkt à Zürich.

Bilan de santé amélioré pour les cours d'eau

Les invertébrés du fond des rivières sont sous étroite surveillance car ils servent d'indicateur pour l'évaluation de l'état écologique des cours d'eau. Une nouvelle étude menée à l'échelle nationale par l'Eawag révèle quelles sont les espèces les plus significatives et comment le monitoring et la gestion des eaux peuvent encore être améliorés.

Si l'on retourne une pierre dans une rivière ou un ruisseau, on constate qu'elle couvre une multitude de petits animaux: trichoptères, coléoptères, amphipodes et gastéropodes. Les organismes invertébrés visibles à l'œil nu vivant au fond de l'eau, appelés macrozoobenthos, passent souvent inaperçus mais sont très importants en tant qu'indicateurs de la qualité des eaux. Certaines espèces sont très sensibles aux modifications de leur environnement, par exemple aux polluants ou aux aménagements des rives. La diversité de ces petits animaux permet de tirer des conclusions sur la qualité de l'eau et du milieu, et parfois même d'identifier les causes d'une dégradation de l'état écologique.

Peter Penicka, Eawag

Bogdan Caradima (à gauche) et Nele Schuwirth analysant des sets de données sur le macrozoobenthos

Analyse de la faune invertébrée benthique à l'échelle nationale grâce à des modèles

Les chercheurs de l'Eawag Nele Schuwirth et Bogdan Caradima ont analysé globalement les données cantonales et nationales sur le macrozoobenthos en collaboration avec le département Analyse des Systèmes, Évaluation Intégrée et Modélisation. Ils ont utilisé à cet effet la base de données MIDAT sur le macrozoobenthos du Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF) qui contient les données du monitoring de la biodiversité MBD, de l'observation nationale de la qualité des eaux de surface NAWA et de 14 programmes de monitoring cantonaux.

Les chercheurs ont analysé les jeux de données avec des modèles statistiques et identifié les facteurs directs et indirects de présence des différents organismes. Il s'agissait entre autres de la température de l'eau, des utilisations d'insecticides dans le bassin versant, de la vitesse du courant, des surfaces bâties et des unités de gros bétail dans le bassin versant.

Les chercheurs ont déduit des recommandations de leurs résultats:

- Identification des causes par la détermination des espèces: Depuis 2010, des analyses et évaluations du macrozoobenthos sont menées dans les cours d'eau suisses selon le système modulaire gradué qui prescrit l'enregistrement des organismes au niveau de la famille. L'étude indique cependant qu'une meilleure résolution taxonomique, c'est-à-dire une détermination au niveau de l'espèce, livrerait un précieux complément d'information.
- Plus les données sont nombreuses, plus les résultats sont parlants: Il est donc essentiel, pour les futures analyses, que le plus grand nombre possible de programmes de monitoring alimentent la base MIDAT avec leurs données ainsi que d'éventuelles informations complémentaires comme celles sur le substrat.
- Uniformisation du monitoring: Actuellement, les groupes de macrozoobenthos faisant l'objet d'une détermination au niveau de l'espèce diffèrent d'un canton à l'autre. Pour une évaluation nationale, il serait pourtant judicieux que les groupes bénéficiant d'une grande résolution taxonomique soient toujours les mêmes.
- Élargissement du monitoring: Pour mieux identifier les facteurs importants pour l'écologie des cours d'eau, il est pertinent d'inclure des sites supplémentaires dans les programmes de monitoring.
- Gestion intégrée des cours d'eau: Les animaux et végétaux aquatiques réagissent en général à plusieurs facteurs de stress, comme la pollution, la monotonie du courant ou le réchauffement de l'eau. Il est donc recommandé de combiner les mesures d'amélioration de la qualité de l'eau et du milieu, en associant par exemple revitalisation et extension des stations d'épuration.

Un compendium sur l'eau potable pour plus de coopération dans la planification

Accès à l'eau potable pour tous: tel est l'objectif de développement durable numéro 6.1 des Nationsunies. 780 millions de personnes dans le monde attendent encore qu'il devienne réalité. Un nouveau compendium doit maintenant aider à la mise en place de systèmes durables d'approvisionnement en eau potable.

Sandra Gujer, www.illuhouse.ch

Le dessin présente différents systèmes et technologies de production et de distribution de l'eau potable.

De quelles sources d'eau potable dispose-t-on? Est-ce que l'utilisation de filtres à la maison correspond aux habitudes des habitants ou vaut-il mieux installer un kiosque à eau dans le village? Les acteurs locaux sont les mieux placés pour répondre à ces questions. Il est donc important que les ONG incluent la population locale dans les décisions prises pour la planification de l'approvisionnement en eau potable. Les autorités régionales sont également impliquées: elles octroient les autorisations et peuvent participer aux investissements. «Des spécialistes sont alors souvent face à des personnes sans bagage technique», raconte Maryna Peter, qui est passée de l'Eawag à la Haute école supérieure du Nord-ouest de la Suisse (FHNW). Pour faciliter les décisions, elle a initié le compendium «Drinking Water Systems and Technologies from Source to Consumer». L'ouvrage présente les systèmes de production d'eau potable envisageables pour chaque source et explique les concepts et technologies avec leurs avantages et inconvénients. «Les personnes concernées peuvent alors discuter des différentes options et composer le système qui convient le mieux à leur situation», explique Peter.

C'est à l'Eawag que Maryna Peter a eu l'idée du compendium. Elle a trouvé deux alliées dans la personne de Lea Breitenmoser, doctorante à la FHNW, et Sara Marks, experte en eau potable à Sandec. «Le compendium est l'œuvre collective de nombreuses et nombreux spécialistes internationaux de l'eau potable, qui y ont pour la plupart contribué bénévolement», raconte Marks. L'OMS s'est chargée de la relecture et lui a apporté la dernière touche.

Le compendium «Drinking Water Systems and Technologies from Source to Consumer» est paru en anglais et peut être téléchargé gratuitement au format PDF sur eawag.ch/fr/trinkwasserkompendium. Il convient aux projets en milieu rural, urbain et périurbain.

Aldo Todaro, Eawag

Institution

L'Eawag n'est pas seulement synonyme d'excellence en matière de recherche, d'enseignement et de conseil mais offre également un environnement motivant particulièrement propice au travail: ainsi les départements d'encadrement administratif et technique facilitent les démarches des scientifiques et leur apportent le soutien nécessaire à leur travail tandis que les deux sites de Dübendorf et de Kastanienbaum mettent à leur disposition des infrastructures hors pair. Enfin, l'Eawag accorde une très grande importance à la conciliation harmonieuse de la vie de famille et de la vie professionnelle, à l'égalité des chances et au respect mutuel.

Photo Cette citerne de 30 mètres cubes destinée à recueillir l'eau de pluie a été enfouie dans le sol en novembre dernier. Elle fournira plus tard l'eau utilisée dans les toilettes du bâtiment baptisé FLUX encore en construction. Elle collectera les eaux de pluie du toit qui sera végétalisé et équipé de panneaux solaires.

Distinctions

Quatre scientifiques de l'Eawag parmi les plus cités au monde
Quatre scientifiques de l'Eawag ont figuré sur la liste des «Highly Cited Researchers 2019» du Web of Science Group: Juliane Hollender, Ole Seehausen, Bernhard Truffer et Urs von Gunten. Ces quatre personnalités de la recherche font donc partie des scientifiques les plus cités au monde et les plus influents dans leur domaine. Cette liste recense les chercheuses et chercheurs ayant publié plusieurs «highly cited Papers» au cours des dernières années (2008 à 2018). À ce jour, 155 personnalités suisses ont déjà figuré sur cette liste.t

Double récompense pour le bâtiment expérimental NEST
Le bâtiment de recherche et d'innovation NEST de l'Eawag et de l'Empa a reçu deux prix en 2019. En janvier, l'Office fédéral de l'énergie décernait pour la douzième fois le prix suisse de l'énergie, le «Watt d'Or» et le NEST était l'un des cinq lauréats. Le jury a accordé une attention particulière à l'unité «Solar Fitness & Wellness» lors de sa décision. La fondation «building» décerne chaque année le «Building Award» aux réalisations remarquables et innovantes dans le domaine du génie civil. Le prix 2019 dans la catégorie «Recherche et développement» a également été attribué au NEST.

Mario Schirmer a donné l'Ineson Lecture
Mario Schirmer, du département Ressources aquatiques et eau potable a eu l'honneur de donner la «Ineson Lecture» 2019 à Londres. Il y a fait le plaidoyer de l'hydrogéologie urbaine en soulignant son rôle majeur pour l'approvisionnement en eau potable dans le monde. «Je n'étais pas peu fier d'être choisi pour tenir l'Ineson Lecture», avoue Schirmer qui ajoute que cet évènement a été le moment le plus fort de son année professionnelle. L'Ineson Lecture est considérée comme l'une des manifestations les plus importantes dans le domaine de l'hydrogéologie en Grande-Bretagne.

International Association of Hydrogeologists

Mario Schirmer donnant l'Ineson Lecture à Londres.

Médaille des EPF attribuées par l'EPF de Zurich pour les thèses d'excellence
Stefan Achermann (Chimie de l'environnement), Meret Aeppli (Chimie de l'environnement), Sven Eggimann (Sciences sociales de l'environnement)

Prix Otto Jaag de la protection des eaux attribué par l'EPF de Zurich
Stefan Achermann (Chimie de l'environnement)

Distinction de la faculté de sciences de l'université de Zurich pour une thèse d'excellence
Chelsea Jean Little (Ecologie aquatique)

3RCC 3Rs Award
Kristin Schirmer & Melanie Fischer (Toxicologie de l'environnement)

Prix de la relève scientifique de la Société de toxicologie et de chimie environnementale
Hannah Schug (Toxicologie de l'environnement)

Francesca-Gherardi-Gedächtnispreis der Universität Florenz
Kate Mathers (Oberflächengewässer)

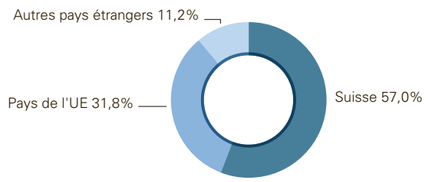
Prix commémoratif Francesca Gherardi de l'université de Florence
Kate Mathers (Eaux de surface)

Effectifs et structure du personnel

Au 31.12.2019, le personnel de l'Eawag comptait 507 personnes et l'équivalent de 457,03 emplois à temps plein (ETP) (en sont exclus les stagiaires, les chercheurs invités et les auxiliaires rétribués à l'heure). Ces effectifs sont répartis en quatre grands domaines: la recherche, l'assistance technique, l'administration et l'apprentissage. La part de femmes est de 50.3 % (apprenties comprises). L'Eawag assure par ailleurs la formation de 26 apprentis et apprenties se préparant au métier de laborantin de biologie ou de chimie, de commercial ou d'informaticien.
Le caractère international de l'Eawag en tant qu'institut de pointe dans le domaine de l'eau se reflète dans la diversité d'origine des personnes de 42 nations qui y travaillent.

Origine des personnes travaillant à l'Eawag

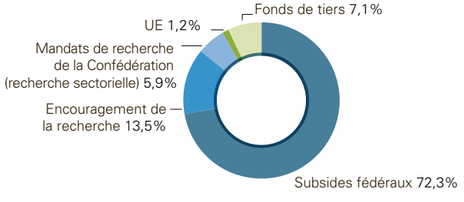
507



Les frais de personnel sont non seulement couverts par des subsides fédéraux mais également par des financements de recherche acquis sur dossier. Au 31.12.2019, le financement des ETP (apprentis exclus) se répartissait de la manière suivante:

Origine des fonds finançant le personnel (en milliers de CHF)

16 259



Politique et évolution du personnel

L'Eawag est un employeur responsable qui propose à son personnel des solutions flexibles d'aménagement du temps de travail, une véritable politique de santé et d'excellentes possibilités de formation continue. Il est très exigeant lors du recrutement de son personnel scientifique, technique et administratif et investit en permanence dans le développement personnel et professionnel des personnes qu'il emploie afin de les fidéliser.

Le programme interne de formation continue met l'accent sur le perfectionnement des pratiques de direction et de management ainsi que de gestion de la santé et de la sécurité du travail. L'Eawag investit d'autre part depuis plusieurs années dans des cours de langues sur tous ses sites pour se montrer à la hauteur de son internationalité. Les offres de formation continue sont évaluées, et au besoin réajustées, chaque année. Il apporte par ailleurs un soutien financier aux nombreux cours de formation spécialisée que suivent ses membres pour conserver un niveau élevé de qualification.

L'Eawag offre à ses 89 doctorants et doctorantes d'excellentes infrastructures et des possibilités de formation et d'information taillées sur mesure. Les scientifiques employés en contrat à durée déterminée dans des projets se voient proposer des séminaires sur les plans de carrière ainsi qu'un financement par des Academic Transition Grants pour accroître leur attractivité sur le marché du travail.

Le programme «Eawag Partnership Program for Developing Countries» (EPP) permet aux étudiants de pays en développement d'effectuer des travaux de recherche à l'Eawag, de nouer des contacts et de ramener leur nouveau savoir dans leur pays afin de l'appliquer et de le transmettre. L'«Eawag Postdoc Fellowship», attribuée chaque année aux jeunes scientifiques les plus prometteurs, fait partie intégrante du programme d'encouragement de la relève et de réseautage des jeunes talents.

Carrières

Carsten Schubert nommé professeur titulaire
Le géologue Carsten Schubert a été nommé professeur titulaire de l'ETHZ par le conseil des EPF. Cette nomination honore ses travaux sur les cycles biogéochimiques et ses activités d'enseignement et de formation doctorale.

Carsten Schubert est chercheur au département Eaux de surface depuis 2001 et le dirige depuis 2012. De-puis 2004, il est également chargé de cours à l'EPF de Zurich où il est rattaché au département de Science de l'environnement et des systèmes. Ses thèmes de prédilection sont la géochimie organique et la géochimie isotopique dans les systèmes marins et lacustres.

Peter Penicka, Eawag

Carsten Schubert est un spécialiste des cycles biogéochimiques.

Markus Holzner occupe un poste Eawag-WSL

Depuis juin 2019, Markus Holzner occupe un poste de chercheur à cheval entre l'Eawag et le WSL. Ce poste rapproche les ceux instituts. Originaire du Haut-Adige, le chercheur a effectué une thèse à l'EPF de Zurich et un postdoc Marie Curie à l'Institut Max Planck de Göttingen. En 2013, il a obtenu un poste de professeur boursier SNF à l'EPFZ. «Je m'intéresse tout particulièrement à l'interface entre écosystèmes terrestres et écosystèmes aquatiques. Que se passe-t-il, par exemple, quand des particules et des organismes se rencontrent dans un cours d'eau?», confie Holzner. Il se penche ainsi sur ce qu'il advient des microplastiques quand ils descendent les rivières jusqu'à la mer et sur la façon dont les organismes aquatiques réagissent à leur contact.

Peter Penicka, Eawag

Markus Holzner travaille à l'Eawag et à l'EPF de Zurich.

Benoît Ferrari prend la direction par intérim du Centre Ecotox

Le 1er septembre 2019, Benoît Ferrari a pris le relais d'Inge Werner à la tête du Centre Ecotox dont il assure la direction par intérim. Biologiste et biochimiste de formation, il dirige le groupe d'écotoxicologie des sols et des sédiments du Centre Ecotox à Lausanne depuis 2013. Son domaine de recherche est l'écotoxicité des sédiments. Au cours des dernières années, Benoît Ferrari a contribué à la mise au point de systèmes innovants d'évaluation de la qualité des sédiments, comme le système E-board permettant d'exposer des larves de chironomes directement dans les rivières ou les lacs. Il a également contribué à promouvoir les approches eDNA pour le suivi de la qualité des sédiments.

Kathrin Fenner, responsable à la nouvelle SSC section

Kathrin Fenner a été nommée cheffe de la nouvelle section Chimie et environnement de la Société suisse de chimie (SSC). La cheffe de groupe du département de Chimie de l'environnement de l'Eawag se chargera, dans ces fonctions, d'organiser la direction de la section et de préparer des rencontres régulières. Elle prévoit diverses manifestations autour du thème chimie et environnement ainsi que des projets et collaborations avec l'industrie. La section Chimie et environnement dépend de la division Sciences analytiques, elle-même dirigée par Marc Suter.

Peter Penicka, Eawag

Kathrin Fenner est à la tête de la SCE depuis 2019.

Christian Zurbrügg nommé professeur titulaire à l'université suédoise des sciences agricoles

Christian Zurbrügg, du département Assainissement et eau pour le développement a été nommé professeur titulaire à l'université suédoise des sciences agricoles (SLU) à Uppsala. Il y sera chargé de cours dans le département Énergie et technique et chargé de l'encadrement de doctorantes et doctorants. Zurbrügg et son groupe de recherche «Gestion des déchets» travaillent déjà depuis des années avec la SLU, notamment dans le cadre de projets sur l'utilisation de la mouche soldat noire pour la valorisation des déchets organiques. L'ingénieur environnementaliste est heureux d'avoir désormais accès aux financements suédois et européens pour faire avancer, avec l'université suédoise, des projets de recherche sur la pollution des rivières et des mers par les plastiques dans les pays en développement.

Peter Penicka, Eawag

Maintenant, Christian Zurbrügg enseigne aussi en Suède.

Rencontres

Journée d'info: Rivières sous tension

La stratégie énergétique prévoit une nouvelle expansion de l'hydroélectricité. Les cours d'eau, les lacs et les paysages aquatiques suisses sont donc soumis à des pressions. Lors de la journée d'information de l'Eawag, quelque 200 experts de la pratique, de la recherche et de l'administration ont discuté de la manière dont les différents intérêts de l'eau pouvaient être pris en compte de manière durable. Les chercheurs de l'Eawag ont montré que les solutions n'étaient pas uniquement d'ordre technique mais relevaient aussi de l'acceptation sociale, par exemple lorsque les mesures en faveur de l'écologie entraînent une augmentation du prix de l'électricité.

TedTalk de Christoph Lüthi: Why shit matters

Trois milliards de personnes vivent dans des villes sans égouts ni stations d'épuration. Ils doivent jeter leurs excréments dans des plans et cours d'eau et polluer ainsi l'eau potable pour d'autres personnes en aval. Dans un TedTalk donné à Munich, le chef du département Assainissement et eau pour le développement, Christoph Lüthi, a indiqué comment ce problème mondial pouvait être réglé. Il a montré comment les nutriments pouvaient être extraits des eaux usées au lieu de polluer l'environnement.

Journée «Futur en tous genres»

Comme tous les ans à l'automne, de nombreux enfants ont profité, en 2019, de la chance qui leur était donnée d'accompagner une personne au sein de l'Eawag, à Dübendorf ou à Kastanienbaum. Ils ont ainsi pu toucher du doigt ce qui faisait le quotidien du travail à l'Eawag.

Raoul Schaffner, Eawag

Marta Reyes (à gauche) montrant à une chercheuse en herbe les espèces de plancton qu'elle peut découvrir au microscope.

Science City

«Sans eau, aucune vie n'est possible»: l'automne dernier, toutes les contributions à la Science City de l'EPF tournaient autour de l'or bleu. De nombreux chercheurs et chercheuses de l'Eawag ont familiarisé le public avec la recherche sur l'eau à travers des conférences, des démonstrations et des débats. Janet Hering, la directrice de l'Eawag, a ainsi donné une conférence intitulée «Le monde va-t-il manquer d'eau?» Nos scientifiques ont par ailleurs traité de l'eau potable, de la maison sans eaux usées, de la biodiversité aquatique et de l'approvisionnement en eau dans les pays émergents et en développement.

Simone Kral, Eawag

Janet Hering donnant une conférence à la Science City.

Illustration: Auf der Maur & Bäschenstein

Le «Limnion», nouveau bâtiment projeté sur le site de Kastanienbaum.

Constructions

En mars 2019, la construction d'un nouveau bâtiment de l'Eawag a été lancée à Dübendorf. Ce nouveau bâtiment baptisé FLUX abritera des laboratoires de recherche, des bureaux et des espaces d'enseignement. Il ne sera pas uniquement utilisé par l'Eawag mais hébergera aussi le Centre Ecotox, dont le siège principal est à l'Eawag. Il offrira par ailleurs des postes de travail aux étudiants, aux doctorants et aux hôtes académiques, qui séjournent souvent plusieurs mois à l'Eawag et contribuent à son réseau de recherche, d'enseignement et de conseil..

Le bâtiment abritera également des laboratoires spécialisés communs aux départements Technologie des procédés et Assainissement et eau pour le développement. Une structure appelée «Synthesis Center» permettra par ailleurs de renforcer le transfert de connaissances vers et depuis l'Eawag. Des chercheurs et des scientifiques invités y travaillent à l'interface entre science, politique et pratique. Le FLUX accueillera en outre un studio photo et vidéo qui permettra d'enregistrer des vidéos d'elearning pour les MOOC, par exemple, des vidéos de projets, des clips pour les réseaux sociaux ou des interviews.

Conformément au rôle de modèle de la Confédération, les technologies et les concepts les plus avancés en matière de construction durable ont été mis en œuvre. Il est entre autre fait appel à une ventilation de laboratoire innovante et le bâtiment est certifié MINERGIE-ECO®.

Un nouveau bâtiment pour Kastanienbaum

Le site de Kastanienbaum va, lui aussi, recevoir un nouveau bâtiment. La décision a été prise suite à une attaque de nuisibles dans un vieil entrepôt. L'étude de faisabilité a révélé qu'une rénovation coûterait aussi cher qu'une nouvelle construction. Étant donné que Kastanienbaum connaît également un problème de place, la direction a décidé, non seulement de compenser l'espace de stockage perdu avec l'entrepôt, mais aussi de créer un espace supplémentaire pour des bureaux et des infrastructures de recherche. La planification détaillée du projet se fera au cours de l'année 2020 et il sera soumis à autorisation au conseil des EPF au printemps 2021.

Égalité des chances

Le comité d'égalité des chances (EOC), qui se compose de personnes de toutes les catégories de personnel, s'engage pour la parité et tout ce qui concerne l'égalité des chances à l'Eawag et dans le domaine des EPF. Ces activités sont soutenues par une page intranet en anglais et en allemand qui a été remaniée en 2019. En plus de poursuivre son engagement dans le programme «Fix the leaky pipeline» du domaine des EPF, l'Eawag participe maintenant au programme «CONNECT» qui met les femmes universitaires en contact avec les entreprises grâce à des fonds dédiés de swissuniversities. En 2019, une action a été menée avec l'EOC sur le thème du respect: les valeurs de l'Eawag en matière de harcèlement, de mobbing, de stalking et de discrimination ont été précisées sur Internet et sur un flyer en indiquant les services et personnes à contacter en cas de problème. Une journée d'action a été organisée sur le thème du respect mutuel. À l'Eawag, les employés ont discuté de la manière de vivre le respect au quotidien.

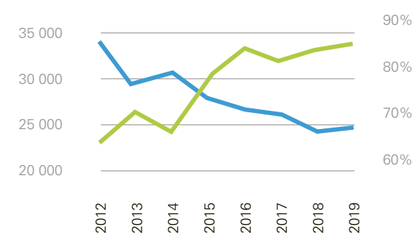
La conciliation de la vie de famille et de la vie professionnelle reste un sujet important. Le programme Tailwind offre un soutien financier aux jeunes mamans pendant les premiers mois. Les chercheuses en «tenure track» se voient proposer une prolongation de leur contrat lorsqu'elles fondent une famille et les nouveaux pères peuvent de leur côté réduire leur pourcentage d'activité pour une durée limitée. La part importante de femmes occupant des postes à responsabilité à l'Eawag (30,55 %) atteste du succès de cette politique. En plus de son engagement dans la crèche qu'il partage avec l'Empa, l'Eawag se charge d'une partie des coûts de garderie des parents à revenus modestes.

Environnement

C'est un dilemme bien connu: les contacts internationaux sont indispensables au travail de recherche des scientifiques mais l'avion nuit au climat. En tant qu'institut actif dans le domaine de l'environnement, l'Eawag souhaite donc réduire ses déplacements professionnels en avion. Depuis l'année dernière, les jeunes chercheuses et chercheurs sont invités à réfléchir aux possibilités de réduction de ces voyages avec l'équipe Environnement et le reste du personnel dans le cadre de l'initiative «FlyAware». Près de la moitié des personnes travaillant à l'Eawag ont participé à un sondage de «FlyAware» et se sont en grande majorité déclarées favorables à des mesures en ce sens.
Une première mesure a déjà été mise en œuvre: l'Eawag dispose depuis l'automne 2019 d'une plateforme de vidéoconférence qui permet très simplement aux scientifiques de se réunir à distance. D'autres mesures sont en préparation avec la direction.

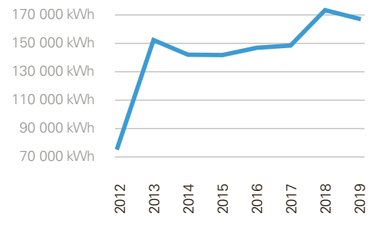
Consommation d'énergie par personne

Consommation d'énergie (MJ/équivalent temps plein) **Part d'énergie renouvelable** en %



Production photovoltaïque

Courant solaire kWh
kWh



Organisation

Direction
Janet Hering (directrice)
Rik Eggen (directeur adjoint)
Gabriele Mayer (cheffe des opérations)
Jukka Jokela
Tove Larsen
Alfred Wüest
Christian Zurbrügg

Centre Ecotox
Benoit Ferrari

Commissions permanentes
Chimie analytique
Recherche
Études doctorales
Égalité des chances
Représentants du personnel
Équipe Environnement
Équipe Sécurité et Risque

Départements de recherche

Eaux de surface
SURF
Carsten Schubert

Ressources aquatiques et eau potable
W+T
Michael Berg

Écologie aquatique
ECO
Christoph Vorburger

Technologie des procédés
ENG
Eberhard Morgenroth

Écologie et évolution des poissons
FISHEC
Ole Seehausen

Gestion des eaux urbaines
SWW
Max Maurer

Chimie de l'environnement
UCHEM
Juliane Hollender

Assainissement, eau et déchets pour le développement SANDEC
Christoph Lüthi

Microbiologie de l'environnement
UMIK
Martin Ackermann

Analyse des systèmes, évaluation intégrée et modélisation SIAM
Peter Reichert

Toxicologie de l'environnement
UTOX
Kristin Schirmer

Sciences sociales de l'environnement
ESS
Bernhard Truffer

Services d'encadrement

État-major
Thomas Lichtensteiger

Communication
Simone Kral

Informatique
Christophe Berner

Finances
Gabriele Mayer

Personnel
Beatrice Lamprecht

Services techniques
Markus Bürgi

Apprentissage
Samuel Derrer

Coopérations dans le domaine des EPF

Transfert de technologie
Marlen Müller

Crèche
Evelyne Vonlanthen

Bibliothèque Lib4RI
Lothar Nunnenmacher

Au 31 décembre 2019

Direction

Janet Hering Directrice
Chimiste, Janet Hering est spécialiste du traitement des eaux polluées pour la production d'eau potable et du comportement biochimique des métaux traces. Elle est professeure ordinaire de biogéochimie de l'environnement à l'EPF de Zurich et de chimie de l'environnement à l'EPF de Lausanne. Janet Hering fait partie de nombreuses commissions et institutions nationales et internationales. En 2015, elle a ainsi été élue membre de la prestigieuse National Academy of Engineering des États-Unis.

Rik Eggen Directeur adjoint
Biologiste, Rik Eggen étudie notamment les impacts des polluants chimiques sur les organismes aquatiques et la santé humaine, les mécanismes à la base de l'action des polluants et les possibilités de réduction de ces effets. Rik Eggen est professeur titulaire de toxicologie de l'environnement à l'EPF de Zurich. Il fait d'autre part partie de la direction du Centre Ecotox géré conjointement par l'Eawag et l'EPF de Lausanne.

Gabriele Mayer Cheffe des opérations
Économiste de formation, Gabriele Mayer a une grande expérience des systèmes de contrôle interne et de la comptabilité internationale. Elle était membre de la direction de plusieurs grandes sociétés suisses et américaines. À l'Eawag, Gabriele Mayer est responsable des services d'encadrement et des infrastructures communes. Elle est notamment chargée de l'application et du perfectionnement du système SAP avec lequel les quatre instituts du domaine des EPF travaillent et de projets transsectoriels comme l'adoption des nouvelles normes de comptabilité IPSAS.

Jukka Jokela Chef de groupe au département ECO
L'écologue Jukka Jokela est un expert de renommée mondiale dans le domaine de l'évolution des organismes aquatiques et de la coévolution hôte-parasite. Dans ses activités de recherche appliquée, il développe des méthodes de gestion visant à endiguer la prolifération des espèces invasives et des germes pathogènes. Jukka Jokela est professeur ordinaire d'écologie aquatique à l'EPF de Zurich et membre de la direction et du comité de pilotage du Genetic Diversity Center de l'EPF de Zurich.

Tove Larsen Cheffe de groupe au département SWW
Ingénieur chimiste, Tove Larsen travaille sur la gestion durable des eaux en milieu urbain. Elle étudie les technologies d'assainissement décentralisé et de séparation des flux d'eaux usées. Elle a ainsi dirigé le projet «Blue Diversion», plusieurs fois couronné, qui a permis le développement de toilettes sèches autonomes. Tove Larsen est professeure titulaire de l'Université technique du Danemark et siège aux conseils de la Haute école spécialisée de la Suisse du Nord-Ouest (FHNW) et de la Haute école zurichoise des sciences appliquées (ZHAW).

Alfred Wüest Chef de groupe au département SURF
Physicien spécialiste de l'environnement, Alfred Wüest étudie et modélise les processus de mélange et les flux biogéochimiques de matières dans les lacs. Il s'intéresse d'autre part à l'impact du pompage-turbinage pratiqué pour les centrales à accumulation et de l'exploitation thermique des lacs sur l'environnement aquatique. Alfred Wüest est professeur ordinaire de physique des systèmes aquatiques à l'EPF de Lausanne (chaire Margaretha Kamprad) où il dirige également le Centre de limnologie.

Christian Zurbrügg Chef de groupe au département SANDEC
Expert en approvisionnement en eau, en assainissement et en gestion des déchets dans les pays émergents et en développement, Christian Zurbrügg étudie les stratégies et technologies qui permettent d'améliorer les infrastructures d'assainissement et l'élimination des déchets dans les zones urbaines de ces pays. Il a dirigé plusieurs projets et programmes internationaux dans ce domaine. Christian Zurbrügg enseigne à l'EPF de Zurich et à celle de Lausanne ainsi que dans plusieurs universités et hautes écoles spécialisées.

Gestion des risques de l'Eawag

Bases de la gestion des risques
Les directives du Conseil des EPF du 4.7.2006 concernant la gestion des risques des EPF et des établissements de recherche ont été adoptées par le Conseil des EPF conformément à l'art. 19a al. 2 de l'ordonnance sur le domaine des EPF (RS 414.110.3). Ces directives définissent les principes de la gestion des risques et énoncent les buts de la politique poursuivie par le Conseil des EPF en matière de gestion des risques. Elles sont entrées en vigueur en application de la décision présidentielle du 15.2.2007. Elles définissent notamment:

- les buts de la politique de gestion des risques et les compétences en la matière
- la saisie des risques
- l'évaluation des risques
- la maîtrise et le financement des risques
- le contrôle des risques

Le but de la politique de gestion des risques au sein de l'Eawag est de déterminer, avec circonspection et en temps voulu, les risques majeurs relatifs au fonctionnement et à l'action de l'Eawag, d'y sensibiliser ainsi que de les amortir ou de les réduire à l'aide de mesures appropriées qui répondent à la diversité culturelle et à l'organisation de l'institution.

Responsabilité et gestion des risques
Inscrite dans la loi sur les EPF, l'autonomie des six institutions est l'une des bases de leurs prestations d'enseignement, de recherche et de transfert de connaissances et de technologies, et chaque institution est responsable de la gestion des risques encourus dans son domaine. Les présidents des EPF ainsi que la directrice et les directeurs des instituts de recherche sont les responsables ultimes de la gestion des risques de leur institution. Les deux EPF et les quatre instituts de recherche ont donc mis en place leur propre gestion des risques conformément aux prescriptions du Conseil des EPF. Celle-ci englobe la détermination et l'évaluation des risques individuels, les stratégies visant à les maîtriser et le suivi correspondant. L'Eawag a un gestionnaire des risques qui coordonne les actions mises en place en matière de gestion des risques et qui pilote le processus. Ce gestionnaire des risques s'appuie sur les autres responsables chargés d'organiser la gestion des risques au sein de l'Eawag. Le contrôle de la mise en œuvre effective de la gestion des risques incombe à la direction et à l'audit interne du Conseil des EPF qui fait rapport au comité d'audit du Conseil des EPF.

Situation en matière de risques

Risques
La liste des risques établie par l'Eawag reflète son profil individuel. Par rapport aux autres institutions du domaine des EPF, l'Eawag est de dimension relativement modeste. Cet aspect n'est pas sans importance pour les risques majeurs et leur évaluation.

La liste des risques décrit de manière détaillée les risques et les dommages potentiels encourus et les évalue en fonction de deux éléments: la probabilité de leur survenue et leurs conséquences financières (ampleur des dommages potentiels). Une attention particulière est accordée à l'impact potentiel du risque sur la réputation. L'Eawag met à jour sa liste des risques au moins une fois par an en tenant compte des développements récents et de l'évolution des situations de risque. La liste comprend les catégories suivantes:

- les risques financiers et économiques
- les risques juridiques
- les risques liés aux biens, les risques techniques et les risques naturels
- les risques liés aux personnes et les risques organisationnels
- les risques technologiques et scientifiques
- les risques sociaux et politiques
- les risques environnementaux et écologiques

Les risques majeurs sont ceux qui peuvent avoir des conséquences financières importantes et qui ont une probabilité de survenue supérieure à la moyenne, au point de compromettre directement l'exercice des missions légales de l'institution.

La situation de l'Eawag en termes de risques est examinée au printemps dans le cadre d'une réunion annuelle sur l'organisation de la gestion des risques, suivie de la rédaction d'un rapport sur la gestion des risques sous la direction du gestionnaire des risques, qui comprend le procès-verbal de la réunion, la liste révisée des risques ainsi que des rapports succincts des responsables des risques présentant une rétrospective de l'année écoulée et un aperçu des perspectives. Ce rapport sur la gestion des risques est présenté pour approbation à la direction de l'Eawag. Le rapport annuel de l'Eawag fournit des informations sur les risques majeurs, indiquant notamment l'effectif et l'étendue de ces risques ainsi que leurs conséquences potentielles. Le Conseil des EPF en tant qu'organe de surveillance du domaine des EPF est aussi informé directement et en temps voulu des éventuelles modifications extraordinaires des risques ou des sinistres ayant un caractère extraordinaire. L'Eawag estime que ses risques majeurs concernent les points suivants:

- la qualité de l'enseignement, de la recherche et des prestations de services
- les comportements inappropriés en milieu scientifique
- la détérioration/la perte d'installations pilotes/d'échantillons
- les accidents touchant des collaborateurs ou des invités
- les risques informatiques (pertes de données, accès non autorisé, etc.)

Instruments et moyens d'action en matière de gestion des risques
Appliquant l'un des principes de la gestion des risques, l'Eawag complète les autres mesures en contractant une assurance pour se protéger en cas de sinistre.

Situation en matière d'assurance

En dépit d'une gestion prudente des risques, il n'est pas exclu qu'une institution puisse être touchée par un événement préjudiciable qui compromette l'exercice des missions qui lui sont confiées par la législation fédérale. Dans ce cas, le Conseil des EPF demanderait au Conseil fédéral, par l'intermédiaire du Département, un ajustement des prestations à fournir ou une augmentation de la contribution financière de la Confédération. Les assurances conclues par les institutions du domaine des EPF jouent un rôle important dans l'évaluation du risque subsidiaire de la Confédération (au sens de la responsabilité en cas de défaillance selon l'art. 19 al. 1 de la loi sur la responsabilité RS 170.32). Les institutions sont tenues de prendre en considération leur situation individuelle en matière de risques tout en veillant à l'adéquation du rapport coût-efficacité ainsi qu'au respect des dispositions pertinentes de la Confédération en matière de marchés publics. Les assurances doivent répondre aux normes habituelles sur le marché suisse des assurances et être conclues auprès d'une institution d'assurance autorisée en Suisse.

Chaque institution répond de la conclusion de ses contrats d'assurance et de la gestion de son portefeuille d'assurances. Dans ses directives, le Conseil des EPF indique uniquement que les deux EPF et les quatre instituts de recherche doivent disposer d'une couverture de base et conclure en plus des assurances imposées par la loi les assurances suivantes:

- une assurance de biens et de protection contre les pertes d'exploitation
- une assurance responsabilité civile d'entreprise
- les assurances nécessaires pour assurer une couverture aussi complète que possible des risques majeurs

Relevons qu'il est impossible d'assurer tous les risques majeurs ou de financer leur assurance. L'Eawag a conclu des assurances de biens et de protection contre les pertes d'exploitation. L'Eawag dispose par ailleurs de contrats d'assurance plus modestes pour se protéger contre des risques spécifiques conformément aux prescriptions des directives.

Divulgation des risques

Dans le cadre du rapport annuel, le système de reporting en place assure un recensement complet des risques. Les risques sont comptabilisés dans les provisions en fonction de la probabilité de leur survenue (>50%) ou bien figurent en annexe dans les engagements conditionnels.

Système de contrôle interne

Conformément aux prescriptions du Conseil des EPF, l'Eawag dispose d'un système de contrôle interne (SCI) qui identifie et évalue les processus financiers pertinents et les risques correspondants en matière de comptabilité et d'établissement des comptes et les soumet à des contrôles clés appropriés. Le système de contrôle interne englobe les processus et les mesures qui garantissent la régularité de la comptabilité et de l'établissement des comptes. Il représente, par conséquent, la base de toute publication d'informations financières et garantit ainsi la qualité des informations financières publiées. L'Eawag considère le contrôle interne comme une activité visant à améliorer en permanence les processus.

Rédaction: Communication Eawag

Collaboration: Johann Dossenbach, Thomas Lichtensteiger, Gabriele Mayer, Cornelia Eisenach (auteur indépendant), Irene Bättig und Rahel Meister (Sprachwerk)

Graphisme: Peter Penicka

Traductions: Jeff Acheson, Laurence Frauenlob

© Eawag, avril 2020

Le rapport d'activité paraît en allemand et il est traduit en français et en anglais. Toutefois, seule la version allemande fait foi.

Eawag
Überlandstrasse 133
8600 Dübendorf
Suisse
+41 (0)58 765 55 11

Eawag
Seestrasse 79
6047 Kastanienbaum
Suisse
+41 (0)58 765 21 11

info@eawag.ch
eawag.ch

Comptes annuels: www.eawag.ch/rapportdactivite

Die Texte, die mit dem Zusatz «Eawag» gekennzeichneten Fotos sowie alle Grafiken und Tabellen unterliegen der Creative-Commons-Lizenz «Namensnennung 4.0 International». Sie dürfen unter Angabe der Quelle frei vervielfältigt, verbreitet und verändert werden. Weitere Informationen zur Lizenz finden sich unter http://creativecommons.org/licenses/by/4.0.

Jonas Steiner, Eawag

Eawag
Überlandstrasse 133
8600 Dübendorf
Telefon +41 (0)58 765 55 11
info@eawag.ch
eawag.ch