

# CHANGEMENTS AQUATIQUES

L'ÉTUDE LE SAVOIR L'ACTION



# Sommaire

Changements dans la recherche sur l'eau	02
L'étude - le savoir - l'action	04
Domaines de recherche et d'action de l'Eawag	06
<b>L'eau au cœur de la crise climatique</b>	<b>08</b>
<b>Biodiversité – l'eau, habitat menacé</b>	<b>14</b>
<b>Boucler les cycles de façon responsable</b>	<b>20</b>
<b>Eau, santé et bien-être</b>	<b>26</b>
Des bases solides pour le futur	32

# Changements dans la recherche sur l'eau

Très tôt déjà, l'Eawag s'est faite la porte-parole et l'avocate de l'une de nos ressources les plus précieuses: l'eau. Elle a pris une part active à la recherche, à l'enseignement et aux activités de conseil dans les domaines de l'écologie aquatique, du comportement des substances dans l'environnement et de la gestion des eaux urbaines en Suisse, en Europe et dans de nombreux pays non européens. Les problèmes actuels, cependant, sont beaucoup plus complexes, interconnectés et diversifiés que par le passé. L'Eawag a donc modifié ses priorités en conséquence.

## **Des solutions pour des problèmes urgents**

Aujourd'hui, l'Eawag concentre ses activités sur les questions du **climat**, de la **biodiversité**, de la **santé** et des **cycles** en ayant toujours la même priorité: l'eau. Car, quel que soit l'angle sous lequel on se place, toutes les crises que nous connaissons aujourd'hui ont un rapport plus ou moins étroit avec cette ressource. C'est à travers le manque ou l'excès d'eau que la population humaine ressent en premier lieu la crise climatique, c'est dans les milieux d'eau douce que la biodiversité s'épuise le plus fortement, et c'est de la qualité de l'eau que dépend la santé des humains et de l'environnement. Enfin, l'eau comme l'air est une ressource essentielle à la vie. Autre aspect: dans les pays du Sud global, certains problèmes depuis longtemps résolus ailleurs, comme l'accès à l'eau potable, restent d'une brûlante actualité.

## **L'étude, le savoir, l'action**

À l'Eawag, la recherche se construit autour d'une collaboration étroite entre sciences exactes et naturelles, sciences de l'ingénieur et sciences sociales. Car, pour résoudre un problème, la technologie n'est qu'un début. Il faut ensuite tout un travail politique et sociétal pour l'ancrer dans le réel. Grâce à une véritable culture de la transdisciplinarité et à l'horizontalité de sa structure hiérarchique, l'Eawag permet à ses scientifiques de réagir rapidement aux nouveaux problèmes pour définir ensemble des axes de recherche appropriés et établir les collaborations nécessaires en interne comme en externe.

Dans cette optique, l'Eawag adopte une approche holistique qui unit recherche fondamentale et recherche appliquée. Elle peut ainsi élaborer des concepts fondamentaux et acquérir une compréhension profonde de la nature et des processus et changements qui concernent l'eau tout en développant un savoir, des technologies et des innovations destinées aux applications pratiques.

C'est en connexion avec un grand nombre de partenaires que l'Eawag déploie tout son potentiel d'action. Appartenant au domaine des EPF, elle est étroitement liée à l'ETH Zurich et à l'EPFL ainsi qu'aux trois autres instituts du domaine, à savoir l'Empa, le WSL et le PSI. L'Eawag partage diverses chaires avec les écoles polytechniques et mène de nombreux projets en collaboration avec d'autres hautes écoles et universités en Suisse comme à l'étranger.

Les scientifiques de l'Eawag sont en échange permanent avec les institutions et parties prenantes. En Suisse, ils partagent leur savoir avec les autorités communales, cantonales et fédérales. Leurs connaissances sont diffusées auprès des responsables de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement, des bureaux d'études, des entreprises et de l'industrie. À l'étranger également, l'Eawag entretient des partenariats avec une multitude d'institutions, de niveau local ou d'envergure internationale (ONU). Son but



reste alors toujours le même: garantir une gestion durable de la ressource en eau pour le bien de l'humanité et de l'environnement.

### **Une évidence et une fonction première: l'enseignement à l'Eawag**

De nombreuses personnalités de l'Eawag sont très investies dans l'enseignement, donnant des cours, assurant des excursions et encadrant des travaux de fin d'étude. Les contenus se basent sur les travaux de recherche de l'Eawag et visent à transmettre les résultats les plus récents. L'éventail est aussi large que la recherche elle-même: l'eau, toujours, est au centre du propos, sous tous ses aspects, avec ses multiples usages et leur impact sur les écosystèmes. Les étudiantes et étudiants sont intégrés aux projets dès le début et les conditions sont idéales pour la préparation d'une thèse. L'Eawag encourage les talents par des programmes dédiés et leur offre des opportunités de carrière et la possibilité de se créer un réseau dans les milieux spécialisés. Les personnes issues de pays structurellement faibles ont la possibilité de faire de la recherche à l'Eawag, d'y établir des contacts, puis de faire profiter leur pays de leurs nouveaux savoirs et savoir-faire. Dans l'enseignement comme dans la recherche, l'Eawag est également présente à l'international et veille à la qualité scientifique et à l'orientation pratique de ses contenus. L'Eawag contribue également à la formation professionnelle. Elle développe ainsi les compétences des jeunes adultes et leur donne de bonnes bases pour démarrer dans leur métier. Elle forme ainsi chaque année plusieurs apprenties et apprentis en chimie, biologie, TIC et commerce et leur transmet des compétences techniques, méthodologiques, sociales et personnelles.

### **Transfert de savoir et échanges entre recherche et pratique**

À travers des cours de formation continue, des manifestations diverses, des cours en ligne et des activités de conseil, l'Eawag assure la transmission des résultats de sa recherche aux personnes qui les appliquent en Suisse et à l'étranger. Les spécialistes travaillant dans les entreprises, les administrations et les bureaux d'étude peuvent ainsi mettre à jour leurs connaissances et profiter d'un échange direct avec les scientifiques. Au-delà, l'Eawag gère en partenariat diverses plateformes dédiées aux problèmes actuels du domaine de l'eau. Véritables intersections entre recherche et pratique, elles constituent souvent les premières structures contactées en cas de problème concret.

Dans ces partenariats établis d'égal à égal avec les personnalités et structures les plus diverses, l'enjeu est toujours la recherche de solutions et la bonne applicabilité pratique des résultats. Les chercheuses et chercheurs de l'Eawag sont engagés dans plus de 300 organisations et commissions nationales et internationales, que ce soit en tant que membres de sociétés scientifiques spécialisées, conseillers auprès d'instituts de renom ou membres de commissions transfrontalières.

### **Des solutions pour aujourd'hui et pour demain**

Grâce à ce mélange particulier de compétences dans la création du savoir, la mise à disposition du savoir et la transmission du savoir, l'Eawag contribue à la résolution des problèmes complexes de notre époque et embraye ainsi sur les succès des décennies précédentes. Comme à ses débuts, elle se conçoit comme une avocate de l'eau, base de la vie. C'est ce qui fait de la recherche de l'Eawag un instrument puissant pour relever les défis d'aujourd'hui et de demain – en Suisse comme dans le monde.

# L'étude - le savoir - l'action

De un à onze. Qu'est-ce qui fait notre singularité? Le mode de travail de l'Eawag illustré par la question de l'élimination des micropolluants dans les eaux usées domestiques.

# 11

## Aujourd'hui Au service de la recherche, aujourd'hui comme demain

L'Eawag est citée en exemple pour son travail en faveur de la «vision suisse» d'un assainissement à la pointe de la modernité. Mais loin d'elle l'idée de s'endormir sur ses lauriers. L'institut mise sans discontinuer sur l'excellence dans la recherche et avance sur la base de ses connaissances – même si de nouveaux problèmes surviennent, comme p.ex. de nouveaux polluants à prendre en compte dans les eaux usées. Car l'identification précoce des problèmes permet d'intervenir rapidement et donc de prévenir les effets négatifs et de les limiter durablement.

Nous restons fidèles à notre sujet de préoccupation – même à longue échéance.



### Dès 1970

#### Les travaux scientifiques à la base de tout

La présence de couleurs et d'odeurs dans l'eau potable incite les scientifiques de l'Eawag à étudier le potentiel de l'ozone et du charbon actif pour l'élimination des substances indésirables. Ils développent en parallèle des méthodes ultrasensibles d'analyse et créent ainsi les bases scientifiques qui serviront plus tard à la mesure et à l'élimination des micropolluants dans les eaux usées.



Nous en parlons.



### Dès 1990

#### Un problème identifié très tôt

Les micropolluants émis par les ménages, notamment à partir des produits d'entretien et des médicaments, contaminent les écosystèmes et ressources aquatiques. Les effets des perturbateurs endocriniens issus des effluents sont mis en évidence chez les poissons. Le sujet entre dans le débat public – notamment parce que l'Eawag en parle et en discute avec la société et les parties prenantes.

Nous exploitons nos propres connaissances.



## Poursuite et perfectionnement des projets

Des études de faisabilité et solutions techniques pour d'autres STEP prennent le relais. Depuis 2014, 25 stations ont été améliorées et 50 autres sont en projet ou en construction. Les technologies utilisées sont l'ozonation, le charbon actif en poudre, le charbon actif en grains et des techniques combinées. À travers ses cours axés sur la pratique et ses activités de conseil, l'Eawag contribue à la mise en œuvre de la stratégie à l'échelle de la Suisse.

# 10

25 stations améliorées

50 extensions prévues



## Dès 2015

### Premiers effets positifs de l'extension des STEP

Dans un projet dédié basé sur des essais et des études de terrain, l'Eawag évalue si l'étape supplémentaire de traitement des eaux usées a des effets positifs en termes d'écologie. Il s'avère qu'effectivement, les organismes aquatiques sont moins affectés du fait de la réduction des rejets de micropolluants.



# 9

Nous contrôlons les effets.

Nous assurons en permanence la transmission de notre savoir.



Nous nous concentrons sur les solutions applicables et transformatives.

Nous travaillons dans l'interdisciplinarité.

# 3



# 4



## Dès 2000

### Une approche holistique de recherche pour une description complète du problème

La contamination des eaux par une sélection de micropolluants est évaluée à partir d'analyses et de modélisations des flux. Un fort besoin d'action apparaît. Les spécialistes de l'écotoxicologie, de la chimie environnementale et de la technologie des procédés collaborent étroitement.

## Développement de solutions novatrices

Cela inclut un système d'appréciation de la qualité des eaux et la définition d'indicateurs permettant d'évaluer l'efficacité des mesures engagées. En parallèle, des travaux sont menés pour déterminer des technologies appropriées pour une étape supplémentaire d'élimination des micropolluants dans les stations d'épuration (STEP). On veille alors à ce que les solutions élaborées soient applicables et ne créent pas de nouveaux problèmes.

## Dès 2005

### Les technologies

Les procédés d'abord à petite échelle et le charbon actif. Les autres procédés qu'ils sont trop chers.



### Ancrage des nouvelles exigences dans la loi

Les nouvelles exigences de rejet posées aux STEP sont ancrées dans la loi sur la protection des eaux en 2015. En conséquence, les grandes stations d'épuration et celles déversant dans des milieux déjà pollués doivent être équipées d'une étape supplémentaire de traitement à partir de 2016.

Nous intégrons les sciences sociales dans nos recherches.



8



Nous mettons notre expertise à la disposition de tous, y-compris les politiques



### 2010 Acceptation sociale

L'Eawag présente ses recherches à un large public et communique avec transparence sur les coûts évalués par les politiques pour une amélioration des STEP. Ses spécialistes dans le domaine des sciences sociales de l'environnement montrent que la population est favorable à l'extension des STEP et prête à en assumer les coûts.

7



Nous nous appuyons sur une infrastructure de recherche unique en son genre et testons les procédés à différentes échelles.



Nous travaillons sans cesse à l'entretien de notre réseau de relations.



6



5



### Les procédés testés dans des installations pilotes

Les procédés sont testés en conditions réelles, tout d'abord à l'échelle puis dans des pilotes. L'ozonotraitement actif donne de bons résultats prometteurs. Les procédés ne passent pas le test, soit parce qu'ils sont trop peu efficaces soit parce qu'ils sont

### Application à l'échelle industrielle

La destruction des polluants par l'ozone et leur adsorption sur charbon actif sont étudiées dans des essais à l'échelle industrielle. Les deux procédés s'avèrent efficaces en station d'épuration communale toute en étant techniquement faisables et économiquement acceptables. Les résultats conduisent à un rapport de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) et à la création de la plateforme «Techniques de traitement des micropolluants» en partenariat avec l'OFEV et l'Association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA). L'Eawag favorise les échanges entre recherche, direction des STEP, entreprises et autorités.

La crise climatique et les besoins croissants en ressources nous posent d'énormes défis. L'Eawag y voit une opportunité pour exercer une action positive sur notre monde. Elle analyse les effets profonds du réchauffement climatique sur les écosystèmes et les humains et élabore des stratégies innovantes pour gérer et utiliser les ressources en eau de façon responsable. Notre but est d'améliorer la résistance des systèmes face aux extrêmes météorologiques et d'assurer la pérennité à long terme de l'approvisionnement en eau, tant localement que globalement.

**Assainissement  
décentralisé**

**Conciliation énergies  
renouvelables/  
protection des eaux**

**Canicules**

**Impact du climat sur  
les milieux aquatiques**

**Vie aquatique**



**Crues**

**Assainissement  
centralisé**

**Pollution  
des eaux**

**Santé  
publique**

**Espaces de vie  
et de loisirs**





Dérèglement climatique



Biodiversité



Cycles

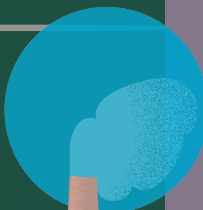


Santé

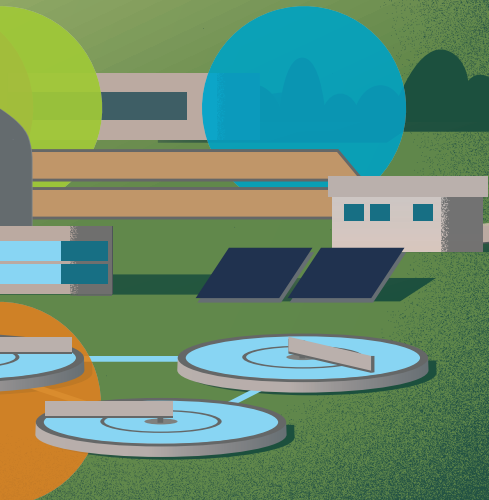
Besoins en ressources



Émissions de gaz à effet de serre



N<sub>2</sub>O dans l'épuration des eaux usées



Sécheresses et pénuries d'eau



Qualité microbiologique de l'eau



# L'eau au cœur de la crise climatique

En matière de limitation du réchauffement climatique, la trajectoire prise par l'humanité ne semble pas encore être la bonne. Pourtant, les conséquences du dérèglement climatique sont déjà là, même chez nous. Elles se manifestent surtout dans des perturbations du cycle de l'eau: la Suisse, connaît ainsi des précipitations plus abondantes en hiver et plus rares en été. La fréquence des événements météorologiques extrêmes comme les sécheresses, les vagues de chaleur, les pluies torrentielles et les inondations va aller croissant.

## **La sécheresse, source de conflits pour les usages de l'eau**

Les canicules de 2018 et 2022 ont montré ce que la raréfaction de la ressource en eau pouvait avoir comme conséquences, même en Suisse, notamment dans le domaine agricole. En plaine, la croissance végétale a été limitée dans les champs et les récoltes s'en sont fortement ressenties; en montagne, le bétail a dû être approvisionné en eau par hélicoptère. Le cas de la sécheresse montre bien tout le potentiel des extrêmes météorologiques en termes de conflits. L'absence prolongée de précipitations provoque de multiples conflits d'usages et d'intérêts – entre protection des écosystèmes et de la **biodiversité** d'une part et besoins pour l'agriculture, la production d'électricité, l'approvisionnement en eau et la production de neige pour les stations de ski de l'autre. Nous devons donc de toute urgence trouver des solutions pour adapter la société et l'économie à la nouvelle donne en matière de disponibilité de l'eau. L'une des possibilités consisterait à réutiliser l'eau pour boucler les cycles. L'Eawag travaille donc à l'élaboration de méthodes de réutilisation des eaux usagées.

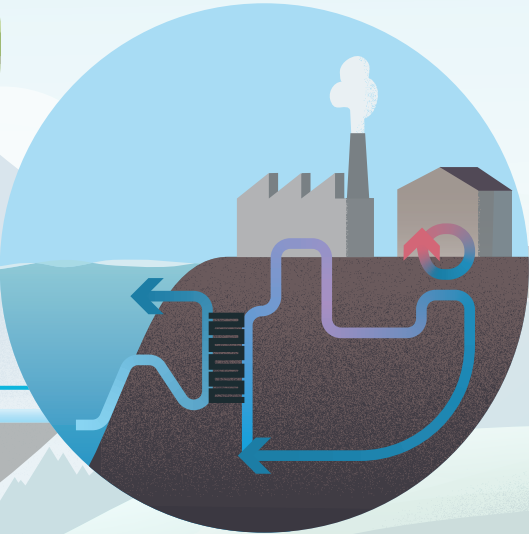
## **Armer les infrastructures pour résister aux extrêmes météorologiques**

Mais les épisodes de sécheresse et leurs pénuries d'eau ne sont pas les seuls à nous poser problème. Suite à la multiplication des pluies torrentielles, les inondations sont également de plus en plus fréquentes. Or, actuellement, les infrastructures urbaines ne sont souvent pas faites pour ces précipitations extrêmes et sont incapables d'évacuer rapidement les masses d'eau qui déferlent sur les villes. Les scientifiques de l'Eawag étudient donc dans des «laboratoires réels» comment les infrastructures en place peuvent être adaptées aux besoins émergents et futurs et comment les pluies peuvent être retenues là où elles tombent grâce à des surfaces d'infiltration. L'augmentation des capacités de rétention permet aussi d'éviter que des eaux usées non traitées viennent polluer les milieux aquatiques par temps de pluie. Parmi les techniques utilisées, des réseaux de capteurs permettent de surveiller les conditions hydrologiques et microclimatiques. D'autre part, des modélisations haute résolution des précipitations et des écoulements permettent de prédire les inondations futures et donc d'éviter les dommages aux biens et aux personnes. En même temps, l'Eawag étudie comment les infrastructures urbaines basées sur les espaces verts et aquatiques peuvent atténuer les vagues de chaleur estivales tout en favorisant la biodiversité et la recharge des nappes phréatiques.

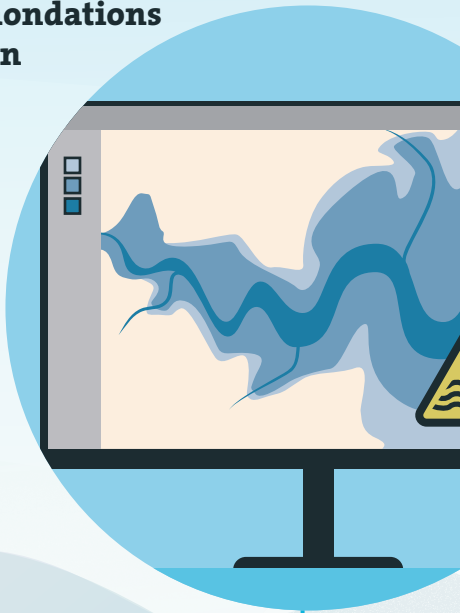
**Prévision des inondations  
en milieu urbain**



**Des débits  
résiduels suffisants**



**Exploitation du potentiel  
thermique des lacs, rivières et  
eaux souterraines**

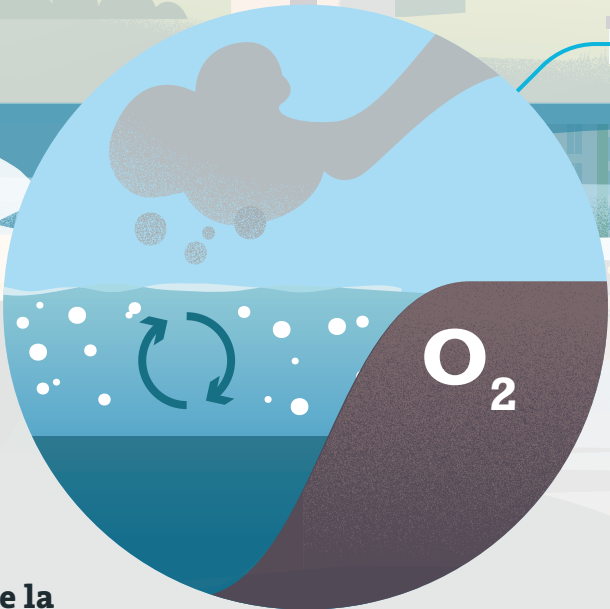


**Crues**

**Conciliation énergies  
renouvelables/  
protection des eaux**

**Canicules**

**Impact du dérèglement  
climatique sur les  
milieux aquatiques**



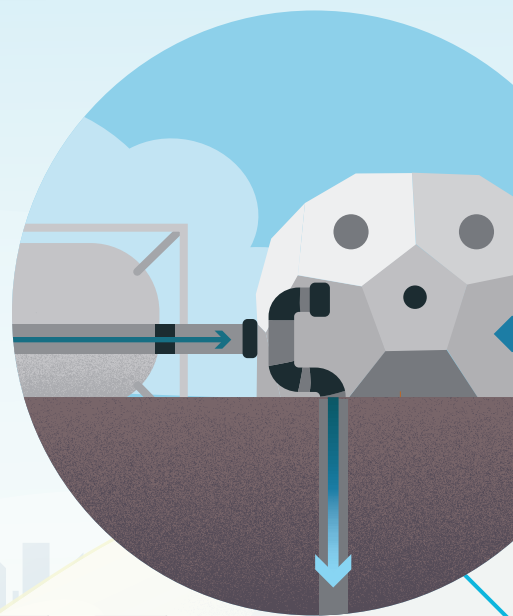
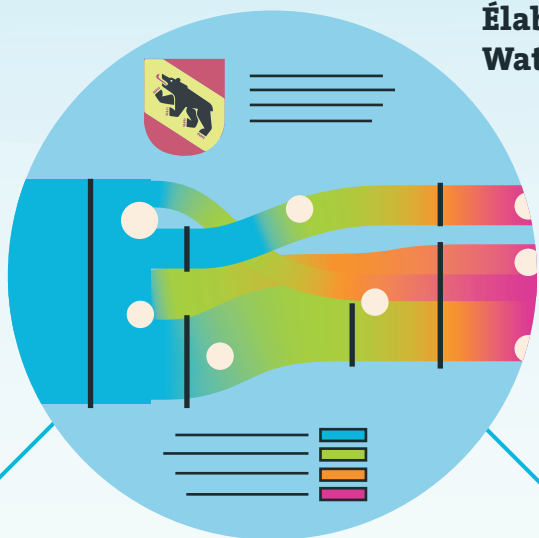
**Étude de la  
température et  
du brassage des lacs**



**Développement  
d'infrastructures  
bleues-vertes**



## Élaboration de Water Flow Diagrams

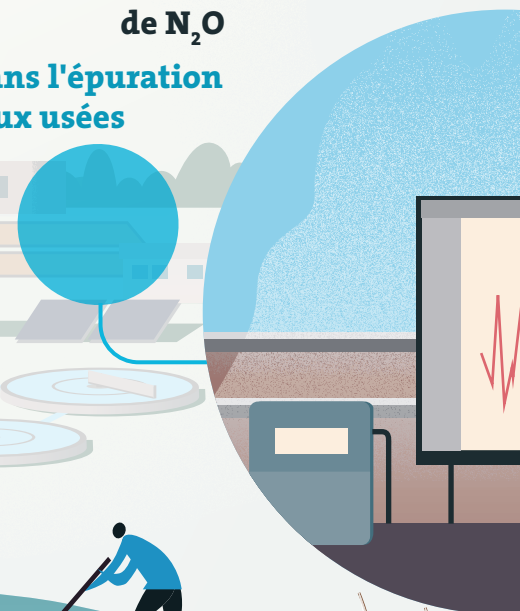


## Analyse et amélioration des infrastructures urbaines



## Réduction des émissions de N<sub>2</sub>O

### N<sub>2</sub>O dans l'épuration des eaux usées



### Qualité microbiologique de l'eau



## Surfaces d'infiltration des eaux de pluie





Stockage du CO<sub>2</sub>  
dans le sous-sol

The illustration shows a cross-section of the ground. At the top, a blue arrow points to a dark grey layer representing a CO2 storage reservoir. Below this, there is a lighter grey layer, and at the bottom, a blue layer representing water. A blue circle is connected to the text 'Émissions de gaz à effet de serre' by a line.

Émissions de gaz  
à effet de serre

Sécheresses et  
pénuries d'eau



The illustration shows a pond with a fish swimming in the water. There are green plants on the right side of the pond. A blue circle is connected to the text 'Sécheresses et pénuries d'eau' by a line.

## Des solutions pour les régions défavorisées en termes d'infrastructures

Les problèmes posés par le dérèglement climatique ne se limitent évidemment pas à la Suisse. Sur le niveau global, les sécheresses et inondations se multiplient, exacerbant les crises économiques et les conflits et causant de multiples problèmes de santé publique. Dans les pays pauvres en infrastructures, la submersion des installations sanitaires comme les fosses septiques peut causer la contamination de l'environnement et de l'eau de boisson et donc menacer la **santé** de populations. Par ailleurs, les surfaces d'eau stagnante laissées par les inondations peuvent favoriser les maladies infectieuses si les systèmes sanitaires sont défectueux. Pour mieux protéger les populations humaines et l'environnement des effets de la crise climatique, les scientifiques de l'Eawag développent des solutions adaptées avec les populations concernées et aident les organisations locales et internationales à mettre en œuvre des mesures appropriées.



# 65°C

Température maxi de stockage

Le premier accumulateur de chaleur géothermique haute température de Suisse voit le jour sur le campus de Dübendorf.

Les scientifiques de l'Eawag étudient directement sur leur campus partagé avec l'Empa les effets qu'un accumulateur de chaleur alimenté par une sonde géothermique peut avoir sur le sous-sol, l'eau souterraine et les micro-organismes qui y vivent.

Les masses d'eau ont une particularité: elles dégagent de la chaleur en hiver et l'absorbent en été. Les lacs et les rivières peuvent donc être utilisés pour les besoins de chauffage et de refroidissement. Avec le virage énergétique, ils suscitent un regain d'intérêt en tant que sources d'énergie renouvelable. Des scientifiques de l'Eawag ont évalué le potentiel des grands lacs et rivières de Suisse pour l'utilisation de chaleur et de froid dans un projet financé par l'Office fédéral de l'environnement. Leurs calculs ont révélé que ce potentiel était particulièrement élevé pour la chaleur, dépassant bien souvent les besoins locaux en énergie. Il s'avère cependant aussi que cette utilisation peut avoir un impact écologique. L'utilisation à des fins de refroidissement induit un réchauffement de l'eau en été, ce qui peut renforcer les effets du réchauffement climatique. Dans une fiche d'information à l'attention des professionnels et des pouvoirs publics, l'Eawag expose les principaux aspects à prendre en compte pour la planification des systèmes d'utilisation thermique des milieux aquatiques afin que la protection des eaux reste assurée.

Les lacs et rivières ne sont pas les seules ressources naturelles à gagner en importance avec le virage énergétique. Les eaux souterraines et le sous-sol sont également intéressants pour le stockage saisonnier et l'utilisation flexible de la chaleur et du froid. Sur leur campus commun de Dübendorf, l'Empa et l'Eawag ont ainsi construit un accumulateur de chaleur géothermique haute température pour emmagasiner la chaleur résiduelle en été et l'utiliser en hiver. Ce système permettra de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> liées au chauffage. Le dispositif se compose de 144 sondes géothermiques de 100 mètres de profondeur dotées de tubes dans lesquels de l'eau circule et échange de la chaleur avec le sous-sol. Face à la crainte croissante d'un impact potentiel du réchauffement cyclique sur les aquifères, l'Eawag et l'Empa ont lancé un projet de recherche sur le sujet avec le soutien l'Office fédéral de l'énergie et plusieurs cantons. Il doit permettre de surveiller les réactions du système d'eaux souterraines et d'en tirer un modèle de prévision à long terme.



Utilisation thermique des lacs et rivières  
Fiche d'information et carte des potentiels



## Des infrastructures bleues et vertes pour des villes à vivre

Des solutions pour s'adapter aux vagues de chaleur et aux pluies diluviennes Photo: Les scientifiques de l'Eawag développent des toits verts multifonctionnels combinant végétation et photovoltaïque. (Photo: Eawag, Isabel Plana)



Les effets du dérèglement climatique se font particulièrement sentir là où le sol est imperméabilisé. L'été, c'est principalement dans les zones urbaines à forte densité de bâti que se forment des îlots de chaleur qui ne se refroidissent quasiment pas la nuit. Lors des pluies torrentielles, les égouts ne sont plus en mesure d'absorber les masses d'eau qui déferlent subitement sur les villes. Les infrastructures bleues-vertes aident à atténuer ces problèmes en zone urbaine et à rendre les villes plus résilientes face aux aléas climatiques. Espaces verts, étangs, murs végétalisés et toits verts multifonctionnels peuvent retenir l'eau et rafraîchir leur environnement.

La ville de Berne a lancé un projet phare en vue d'une telle adaptation bleue-verte dans un espace dédié, un «laboratoire réel». Sur un pré de 20 hectares, elle prévoit de bâtir un quartier d'habitation vert pour 3'000 personnes. Ce projet offre aux scientifiques de diverses institutions, dont l'Eawag, l'occasion unique d'observer l'état du milieu avant et pendant les travaux. L'objectif est d'étudier les effets de l'urbanisation sur divers facteurs écologiques tels que le bilan hydrique, le régime thermique et la biodiversité. Dans cette optique, l'équipe de l'Eawag a installé une série de capteurs sur le site pour enregistrer les paramètres

hydrologiques et microclimatiques. Pour l'élaboration de ce réseau de capteurs, les scientifiques se sont appuyés sur les technologies et enseignements du laboratoire de terrain d'hydrologie urbaine de Fehraltorf. Dans cette commune du canton de Zurich, l'Eawag exploite depuis 2017 en collaboration avec l'ETH Zurich un réseau ingénieux de capteurs qui livre des données précieuses sur le cycle urbain de l'eau.

Prix Otto Jaag  
La recherche sur le  
gaz hilarant récompensée



### N<sub>2</sub>O: avis de recherche pour un puissant perturbateur du climat

En Suisse, près de 800 stations d'épuration assurent le traitement des eaux usées. Une mission particulièrement gourmande en énergie – l'empreinte carbone de l'épuration des eaux est donc relativement élevée. Qui plus est, les stations d'épuration n'émettent pas uniquement du CO<sub>2</sub> mais aussi du N<sub>2</sub>O, ou gaz hilarant, un puissant gaz à effet de serre (GES). Une équipe de l'Eawag a pu montrer qu'elles étaient responsables un tiers des émissions de N<sub>2</sub>O de la Suisse, ce qui est beaucoup plus qu'on ne l'imaginait. Une information capitale pour réduire les émissions de GES de l'épuration des eaux. Or ce n'est pas si simple.

On ne sait souvent pas exactement à quel endroit le N<sub>2</sub>O est libéré et en quelles quantités. C'est là que la Spin off de l'Eawag Upwater entre en jeu. En analysant les différents flux d'air évacué, Upwater peut recenser les émissions de N<sub>2</sub>O et proposer des mesures de réduction ciblées aux responsables des stations. D'autre part, les analyses permettent d'évaluer l'efficacité de l'aération dans le traitement biologique. Or cette aération est responsable d'une grande partie de la consommation d'énergie des stations d'épuration. Pour que des sociétés spin off comme Upwater puissent voir le jour et faire profiter la pratique de leur savoir, il faut des années de recherche fondamentale et une forte activité de recherche appliquée – l'Eawag unit les deux.

Une évidence en Suisse, un luxe hors de portée pour des millions de personnes dans le monde: l'accès à une eau potable de qualité et à des installations sanitaires dignes de ce nom. Des décisions ont été prises pour qu'il y soit mis un terme. Selon les objectifs de développement durable des Nations Unies, tous les humains doivent ainsi disposer d'une eau potable et de sanitaires d'ici à 2030. Or il semble que cela soit plus difficile que prévu. D'autant plus que la crise climatique aggrave la situation. Au printemps 2023, l'ONU a donc convié à une conférence sur l'eau, la première depuis 50 ans, pour débattre de la crise internationale de l'eau. Des scientifiques de l'Eawag étaient présents à New York en tant que membres de la délégation suisse et ont pris part au débat international sur les problèmes les plus urgents dans le domaine de l'eau.

À partir de projets concrets, ils ont montré que les problèmes ne peuvent être résolus que si les scientifiques, les politiques, les personnes de terrain et la population mettent leurs forces en commun et s'engagent ensemble pour que des mesures soient prises en matière de gestion de l'eau. L'un de ces projets est le «Water Flow Diagram», développé sous la direction de l'Eawag. Cet instrument permet de visualiser tous les flux d'eau d'une localité dans un diagramme intégré, ce qui fait apparaître les problèmes mais aussi les possibilités d'amélioration de la gestion de l'eau. Conçu comme un outil intuitif pour la pratique, le Water Flow Diagram aide les décideuses et décideurs à analyser rapidement le système dont ils ont la charge et à prendre les mesures nécessaires. Grâce à de telles innovations, l'Eawag aide les municipalités, où qu'elles se trouvent sur la planète, à fournir à leur population un accès à l'eau potable et aux installations sanitaires.



Des scientifiques de l'Eawag ont participé à la conférence des Nations Unies sur l'eau 2023 en tant que membres de la délégation suisse.  
(Photo: BML, Rene Hemerka)



# Retiré de l'air pour être remis au sous-sol

À quoi pourrait ressembler le stockage du CO<sub>2</sub> dans le futur



La Suisse s'est fixé pour objectif d'atteindre la neutralité carbone d'ici à 2050. Pour y parvenir, elle mise à la fois sur une réduction des émissions à la source – par une maîtrise de la consommation ou une meilleure efficacité énergétique dans le bâtiment, par exemple – et sur l'utilisation de technologies permettant de capter le CO<sub>2</sub> déjà émis dans l'atmosphère et de le stocker durablement, dans le sous-sol ou dans des matériaux de construction comme le béton.

Pour savoir comment cette séquestration du carbone pourrait fonctionner dans le futur, l'ETH Zurich a lancé un projet pilote auquel participe une équipe de l'Eawag. Dans ce projet, du CO<sub>2</sub> émis dans une usine de biogaz en Suisse est transporté en Islande où il est mélangé à de l'eau de mer puis injecté dans des roches basaltiques sous la mer pour y être stocké. Des méthodes géophysiques et géochimiques sont utilisées pour surveiller les interactions entre le CO<sub>2</sub> injecté, l'eau de mer et la roche basaltique et évaluer les conséquences à court terme et à long terme du procédé. Grâce à son know-how, l'Eawag contribue fortement à une bonne estimation du potentiel de cette technologie d'avenir ainsi que des risques qu'elle comporte et à l'élaboration de stratégies de surveillance adaptées.



La spin off Gasometrix  
Analyses de gaz sur le terrain

# Biodiversité – L'eau, habitat menacé

La Suisse est à l'intersection des quatre bassins hydrographiques majeurs d'Europe, ce qui lui confère une biodiversité piscicole exceptionnelle. Notre pays présente notamment une grande densité d'espèces endémiques que l'on ne trouve nulle part ailleurs. Mais cette diversité est en danger: les deux tiers des espèces de poissons recensées en Suisse sont sur la liste rouge des espèces menacées. Rien que chez les corégones, neuf espèces spécifiquement suisses ont déjà disparu.

Ce problème ne se limite pas à la Suisse. Dans le monde, un tiers des espèces animales d'eau douce sont menacées d'extinction. Les populations dulçaquicoles surveillées ont fondu de 83 pour cent depuis 1970. L'érosion de la biodiversité est donc beaucoup plus rapide en eau douce qu'en milieu terrestre. Beaucoup d'amphibiens et d'insectes aquatiques sont, eux aussi, fortement menacés ou au bord de l'extinction. Qui plus est, beaucoup d'espèces n'ont pas encore été découvertes ou recensées, si bien que l'on ignore tout de leur statut de conservation. La biodiversité des eaux souterraines a ainsi été très peu étudiée. L'urgence d'agir à leur endroit est alors souvent sous-estimée.

## **La biodiversité menacée par les usages que nous faisons de la nature**

La cause de cette perte de biodiversité réside dans l'usage, longtemps non durable, que nous faisons des écosystèmes naturels. Beaucoup de milieux aquatiques ont été canalisés, endigués, asséchés et morcelés, perturbés pour la production d'électricité et pollués par des produits chimiques et des engrais. Toutes les espèces ne sont pas à même de s'adapter à ces nouvelles conditions. Et c'est ainsi que la biodiversité s'amenuise, à toutes les échelles: celles des habitats, des espèces et des gènes.

Ce sujet occupe l'Eawag depuis des décennies. Ses biologistes étudient les modifications de la biodiversité aquatique en Suisse et à l'étranger, cherchant à caractériser le lieu, l'ampleur et la nature des changements et à proposer des solutions pour la protéger. Car la préservation de la biodiversité est également vitale pour la survie de l'humanité. Le bon état des milieux aquatiques, qu'il s'agisse de lacs, de rivières ou de nappes d'eau souterraine, est indispensable à notre **santé** et à notre bien-être. Intacts, ces milieux assurent une protection contre les risques naturels et sont pourvoyeurs de nourriture, d'air pur et d'eau potable. Ils constituent par ailleurs une ressource essentielle pour certaines branches de l'économie comme l'agriculture et la production alimentaire.

## **De la connaissance à l'action**

Avec ses travaux, l'Eawag a fortement contribué à ce que beaucoup soit fait pour la biodiversité au cours des dernières années: la pollution des eaux par les nitrates et les phosphates – l'une des principales causes de la perte de biodiversité – a fortement baissé en Suisse, et beaucoup de lacs suisses ont été assainis, ce qui a amélioré la qualité de l'habitat pour de nombreux organismes. D'autre part, les scientifiques de l'Eawag ont concouru de façon décisive à l'élaboration de méthodes d'appréciation de la qualité biologique

**Renaturations**

**Des débits résiduels suffisants**

**Conciliation énergies renouvelables/protection des eaux**

**Revitalisations**

**ADN environnemental**

**Monitoring de la biodiversité**

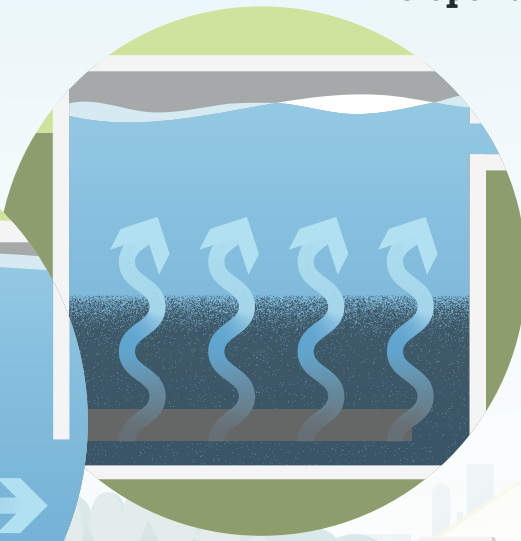
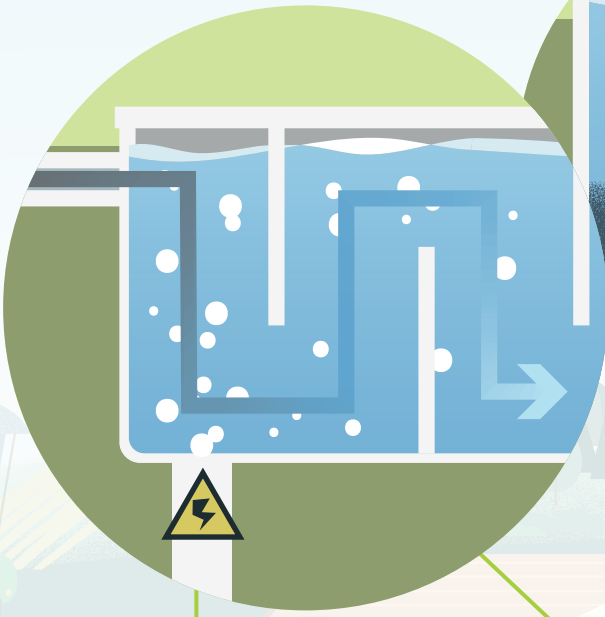
**Vie aquatique**

**Protection des eaux**

**Diversité des espèces**

**Élimination des micropolluants**

**Réduction de la pollution des eaux**



**Pollution des eaux**

**Assainissement centralisé**



**Espaces de vie et de loisirs**



**Gestion des espèces invasives**



**Développement des infrastructures bleues-vertes**



**Biodiversité en milieu urbain**





et chimique des eaux suisses. Ils ont contribué à ce que des critères de qualité environnementale individuels soient ancrés dans la l'ordonnance sur la protection des eaux pour les produits phytosanitaires, ce qui a ouvert la voie à une évaluation plus précise de la qualité de l'eau et à des mesures plus ciblées. Grâce à un appareil développé par l'Eawag, les polluants peuvent être mesurés automatiquement et pendant des semaines sur le terrain et suivis en temps réel à partir d'un smartphone sans avoir à se rendre sur place.

Par ailleurs, l'Eawag a créé les bases scientifiques qui ont permis un ancrage dans la loi de l'ajout d'une étape de traitement dans les stations d'épuration pour l'élimination des micropolluants. Avec les trois autres institutions du domaine des EPF et l'Office fédéral de l'environnement, une équipe de l'Eawag a d'autre part élaboré des propositions pour la restauration de la dynamique sédimentaire et la reconnexion des habitats, associant ainsi protection contre les crues et revitalisation des eaux.

### Relever les nouveaux défis

Mais certains défis demeurent. Les rejets diffus des activités agricoles dans le milieu aquatique – l'azote, bien sûr, mais aussi le phosphore et les produits phytosanitaires – n'ont pas encore été suffisamment réduits. Par ailleurs, les milieux aquatiques sont en difficulté croissante face aux effets du **changement climatique** et aux espèces invasives et sont affectés par les rejets de micropolluants. L'engagement et le know-how de l'Eawag sont donc plus nécessaires que jamais. Pour préserver les écosystèmes et les connecter, pour les restaurer à grande échelle et en faire un usage responsable, les scientifiques de l'Eawag travaillent en collaboration avec les services compétents dans les communes, les cantons et les administrations fédérales ainsi qu'avec les spécialistes de terrain, notamment dans le secteur de l'énergie. Ils sont alors souvent en première ligne pour le développement de nouvelles méthodes et d'approches novatrices. C'est ainsi que la biodiversité est de plus en plus souvent étudiée avec des méthodes d'avant-garde comme l'ADN environnemental, la télédétection et le concours de l'intelligence artificielle. Et les résultats alimentent finalement de nombreuses applications pratiques et adaptations de la loi.



# 9

## espèces disparues

Neuf espèces endémiques de corégones ont disparu en Suisse.



Les biologistes collectent des échantillons d'eau pour rassembler des données sur la composition de la communauté d'algues et donc sur la productivité des lacs. (Photo: Eawag, Alessandro Della Bella)

Un milieu aquatique, c'est plus que de l'eau. C'est un écosystème bien particulier, un espace de vie dans lequel de nombreux individus d'une multitude d'espèces interagissent entre eux et avec leur environnement. Certaines espèces ne sont présentes que dans un seul écosystème. C'est le cas du corégone *Coregonus Brienzi* du lac de Brienz, une espèce endémique parmi celles, nombreuses, que les biologistes de l'Eawag ont pu identifier dans les lacs et rivières suisses. Mais les poissons, le plancton et les coquillages ne sont pas les seuls à habiter les écosystèmes aquatiques. Beaucoup d'oiseaux et de mammifères font partie de leur communauté, tout comme les insectes qui passent leur vie larvaire dans l'eau. Que ce soit à l'aide de l'intelligence artificielle, du séquençage génomique, de la modélisation écologique, de l'ADN environnemental ou de la télédétection par satellite ou par drone: l'Eawag innove pour évaluer l'état et la biodiversité des écosystèmes aquatiques et dépister les espèces exotiques envahissantes comme la moule quagga. Par ailleurs, l'Eawag occupe une position de premier rang dans la détection et le dosage des polluants tels que les pesticides ou les PFAS (composés perfluorés) et étudie leurs effets sur les organismes aquatiques. Par sa recherche, l'Eawag crée des bases scientifiques, non seulement pour la surveillance des écosystèmes aquatiques mais aussi pour la gestion durable des eaux. Elle assure le transfert de son savoir aux spécialistes de terrain et propose des solutions concrètes, entre autres pour rétablir la dynamique des sédiments et reconnecter les cours d'eau.



Comprendre les écosystèmes  
Informations approfondies sur le sujet

# Comment le réchauffement de l'eau modifie la biodiversité

La recherche au service d'une protection de la biodiversité aquatique bien étayée



Une bouée instrumentée sur le lac d'Ågeri: sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement, l'Eawag surveille la température de trois lacs pour mieux comprendre les effets du réchauffement climatique. (Photo: Zuger Zeitung, M. Blattmann)

Le réchauffement climatique met à mal les écosystèmes aquatiques et leur biodiversité. Il aggrave ainsi le manque d'oxygène dans les lacs suisses. Bien que la qualité de l'eau se soit fortement améliorée ces dernières décennies, beaucoup de lacs sont encore trop riches en nutriments. Les algues y prolifèrent l'été puis leur décomposition dans les profondeurs consomme l'oxygène présent. En hiver, les masses d'eau se mélangent, ce qui permet une réoxygénation du fond des lacs. Or suite au réchauffement climatique, la saison estivale se prolonge, le brassage hivernal se raccourcit et s'atténue, si bien que la consommation d'oxygène augmente alors que la recharge diminue. Il est donc impératif de réduire les apports de nutriments dans les lacs plus fortement que prévu pour assurer une bonne qualité de l'eau.

Le réchauffement pose également problème aux organismes tributaires des eaux froides dont il rétrécit l'habitat. Une équipe de l'Eawag a étudié les effets de la fonte des glaciers sur les espèces d'eau froide peuplant les cours d'eau. Avec le retrait des glaces, elles déplacent leur aire de distribution vers l'amont, où les températures sont encore suffisamment basses. Mais le réchauffement climatique, en soi, n'est pas le seul problème pour les écosystèmes: notre réponse à ce changement les menace aussi. Ainsi, le développement de l'hydraulique, nécessaire dans le cadre du virage énergétique, conduit à la destruction d'autres habitats, notamment parce que les tronçons à débit résiduel sont privés d'une grande partie de leur écoulement naturel. L'Eawag travaille à l'élaboration de solutions pour désamorcer les conflits, comme ceux qui marquent le secteur de l'énergie.



## Stress des organismes aquatiques face à la pollution chimique

Bien qu'ils ciblent des nuisibles bien précis, les insecticides produisent des dommages collatéraux chez d'autres organismes. Des études de l'Eawag ont montré que, même à faible concentration, ces substances chimiques pouvaient affecter le système nerveux et le comportement des poissons. Ils fuient ainsi face à certains insecticides pour se réfugier dans des eaux non polluées, abandonnant parfois un territoire particulièrement riche en nourriture. Ce phénomène a des effets indirects sur la survie des populations et pourrait être en partie responsable du déclin de la faune piscicole observé en Suisse. Les recherches de l'Eawag sur l'impact des substances chimiques sur l'environnement aquatique montrent que les différentes espèces présentent une capacité plus ou moins grande à éliminer ces polluants. Une information précieuse pour l'évaluation – dans les procédures d'autorisation, p.ex. – des effets des pesticides et autres substances chimiques sur la biodiversité.

L'Eawag développe par ailleurs de nouveaux types de tests qui permettent de mesurer la toxicité environnementale des substances sans avoir à recourir à l'expérimentation animale, ce qui est révolutionnaire dans ce domaine. Les tests se basent sur l'intelligence artificielle, les ciseaux génétiques et des lignées de cellules de poissons cultivées en laboratoire. Le test sur lignée cellulaire de poisson qui emploie des cellules branchiales de truite arc-en-ciel est la première alternative à l'expérimentation sur poissons vivants à être utilisée pour l'évaluation des risques liés aux produits chimiques dans les échantillons d'eau. Avalisé en 2019 par l'Organisation internationale de normalisation ISO et en 2021 par l'Organisation de coopération et de développement économique OCDE, le procédé de l'Eawag est utilisé dans le monde entier par les entreprises et les autorités dans le développement des produits, l'homologation des substances chimiques et l'appréciation de la qualité de l'eau. Dans ce domaine, l'Eawag travaille en étroite collaboration avec le Centre Ecotox, pour évaluer l'état des petits cours d'eau ou pour analyser la qualité toxicologique de l'eau – avec des méthodes biologiques, p.ex. – avant et après l'extension des stations d'épuration.



Les tests sur les cellules branchiales de truite arc-en-ciel (visibles sur l'écran) constituent une alternative à l'expérimentation animale pour l'évaluation des risques liés aux produits chimiques. (Photo: Conseil des EPF, Basil Stücheli)

Dans les coulisses  
du laboratoire  
*Visionner la vidéo*



## Un programme de mesures qui a marqué l'histoire

Les apprenties et apprentis du laboratoire d'analyse et de formation de l'Eawag assument d'importantes fonctions. Tous les quinze jours, ils aident par exemple à analyser les échantillons d'eau de 19 rivières envoyés à l'Eawag dans le cadre de la surveillance nationale continue des cours d'eau (NADUF). Ce programme de mesures est un projet commun de l'Eawag, de l'Office fédéral de l'environnement et de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL.

Démarré en 1972, le programme NADUF a fortement contribué à ce que les cours d'eau soient aujourd'hui en meilleur état que par le passé – avec des effets bénéfiques pour les écosystèmes aquatiques et la biodiversité. Pour qu'il en reste ainsi, NADUF doit perdurer. Des générations de laborantines et laborantins en formation continueront ainsi de participer à ce programme essentiel. Dans une vidéo, ils parlent de leur mission particulière, expliquent comment ils procèdent et racontent ce que leur participation à cette aventure signifie pour eux.

## «Il me tient particulièrement à cœur d'améliorer et d'élargir la diffusion du savoir sur la biodiversité»

Florian Altermatt est chef de groupe à l'Eawag et membre de sa direction depuis 2023 ainsi que professeur à l'université de Zurich depuis 2013.



*Florian Altermatt, vous dirigez la filière d'enseignement Biodiversité qui vient d'être lancée en 2023 à l'université de Zurich. Qu'est-ce que cela signifie pour vous?*

J'en suis très heureux. Il me tient particulièrement à cœur d'améliorer et d'élargir la diffusion du savoir sur la biodiversité. Mais c'est aussi un travail de titan que de créer une telle filière et de l'ancrer dans le paysage universitaire.

*Qu'est-ce qui vous motive dans l'enseignement?*

Mon but est de former les étudiantes et étudiants de la manière la plus large et interdisciplinaire possible pour qu'ils puissent engager

leurs compétences dans la recherche, l'économie, la société ou la politique.

*Qu'est-ce qui vous fascine dans votre domaine de recherche, la biodiversité?*

Je trouve que la diversité des organismes et de la vie en général est l'un des phénomènes les plus fascinants qui soient. Avec mon groupe de recherche, j'ai découvert et décrit plusieurs espèces de gammares, des petits crustacés, qui étaient encore inconnues en Suisse. Nous avons pu montrer que leur distribution était le résultat des glaciations du passé et de l'utilisation actuelle des terres. Pour moi, en tant que biologiste, ces découvertes s'apparentent un peu à un jeu de piste.



# Boucler les cycles de fa- çon responsable

Pour que nous puissions, à l'avenir, continuer d'habiter une planète en bonne santé qui assure notre bien-être, nous n'avons d'autre choix que d'adopter une attitude plus responsable vis-à-vis de nos ressources et de boucler les cycles de matières et d'énergie. Cette prérogative concerne aussi la gestion des eaux urbaines. En effet, les eaux usées renferment des ressources précieuses: eau, nutriments et énergie. La demande vis-à-vis de ces ressources n'a cessé d'augmenter ces dernières décennies, que ce soit pour l'urbanisation, l'agriculture, les ménages, l'artisanat ou l'industrie. De nouvelles solutions doivent être dégagées partout dans le monde pour couvrir ces besoins croissants en réutilisant les ressources. D'un autre côté, les eaux résiduairees rejetées dans l'environnement contiennent encore souvent trop de polluants et de nutriments. La capacité de l'environnement à absorber ces rejets est limitée. La pollution des eaux atteint des records au niveau mondial même si, localement, comme en Suisse, la qualité de l'eau s'est nettement améliorée grâce à la construction de systèmes d'assainissement à grande échelle. Pour régler conjointement et durablement les problèmes de la pollution des eaux et de la perte de ressources, il faut envisager des approches qui impliquent des changements systémiques profonds. La volonté politique de tels changements est de plus en plus perceptible. Elle s'observe dans des tendances planétaires comme la demande d'une intensification des économies circulaires, la transition vers les énergies renouvelables et les objectifs de développement durable. L'Eawag est une actrice importante de ce processus et elle propose de nouvelles solutions pour récupérer l'eau, les matières et l'énergie contenues dans les eaux usées et les déchets.

## Réajuster les paramètres

Dans les pays industrialisés comme la Suisse, l'eau effectue déjà des cycles à l'échelle régionale grâce aux systèmes d'assainissement centralisé. Autrement dit: l'eau utilisée par la société humaine est acheminée vers des stations d'épuration où elle est traitée puis déversée dans les lacs et cours d'eau d'où elle pourra plus tard être puisée pour préparer de l'eau potable. Plusieurs équipes de l'Eawag s'attachent avec beaucoup d'efficacité à adapter en continu ce système aux nouveaux enjeux et conditions qui se présentent. En ce moment, la question qui occupe l'institut est de savoir dans quelle mesure il serait possible, en Suisse, de réutiliser directement l'eau sortant des stations d'épuration aux alentours plutôt que de la réinjecter dans le milieu aquatique après traitement. Les effluents d'épuration n'ont pas la qualité de l'eau potable mais ils pourraient servir pour l'industrie ou pour l'irrigation. Pendant les périodes de sécheresse, de plus en plus fréquentes avec le **dérèglement climatique**, cela pourrait aider à ménager les ressources d'eau potable. Une autre équipe s'intéresse aux infrastructures dites bleues-vertes. L'intégration de la nature dans les villes permet en effet de retenir l'eau là où elle tombe grâce à des surfaces d'infiltration. Cela modifie le régime local des eaux, place l'eau au cœur de la ville et atténue les effets de la sécheresse et de la canicule.

Par ailleurs, l'Eawag encourage à davantage considérer l'azote et le phosphore des eaux usées comme une ressource pour l'agriculture et étudie di-

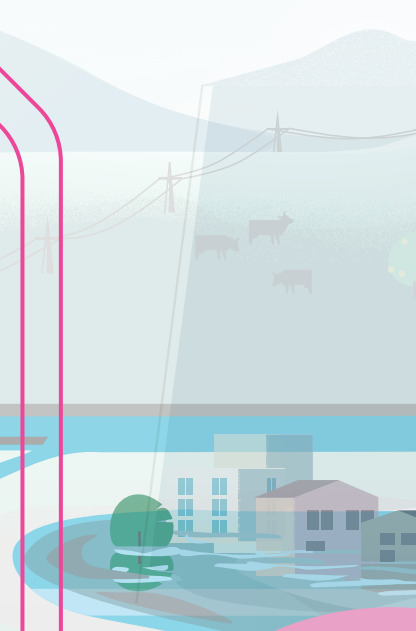
**Récupération de l'eau, des nutriments et de l'énergie**



**Assainissement décentralisé**

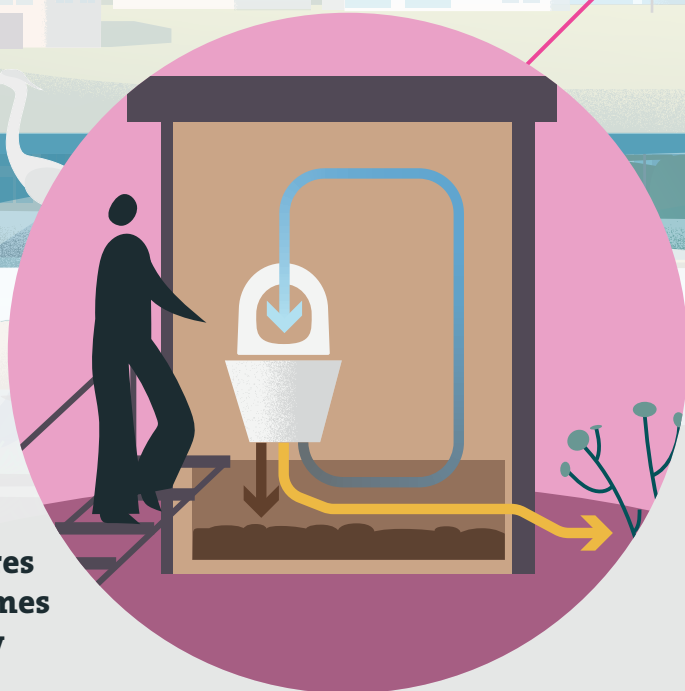


**Aliments pour animaux à partir des déchets organiques**



**Point de vue des sciences sociales de l'environnement**

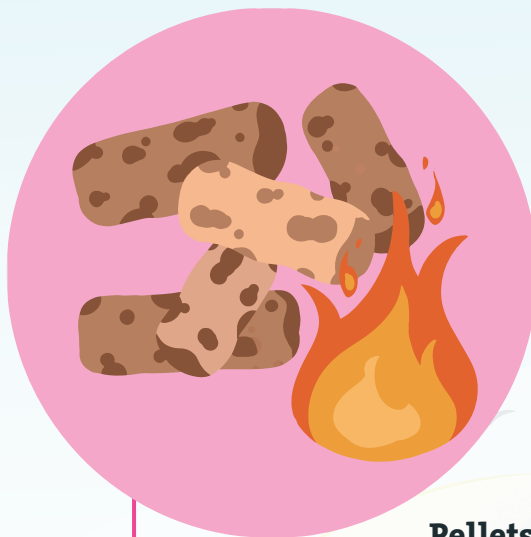
**Sanitaires autonomes Autarky**



**Fertilisants  
issus de la  
récupération des  
nutriments**



**Pellets de chauffage  
issus des boues de v**

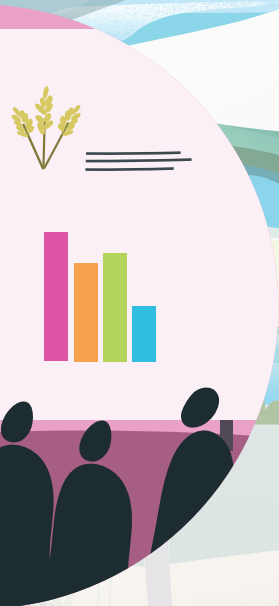


**Besoins en  
ressources**

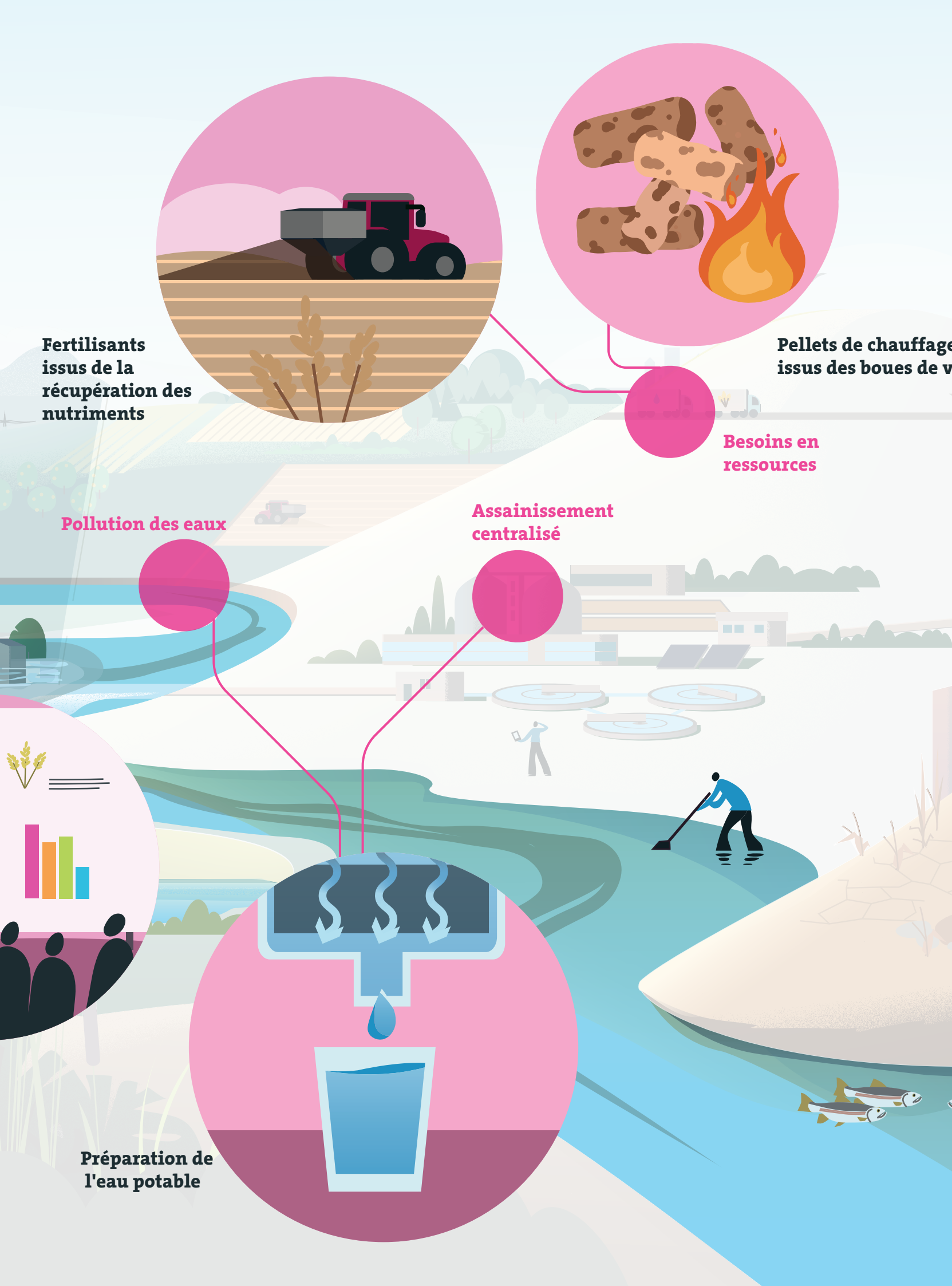
**Pollution des eaux**



**Assainissement  
centralisé**



**Préparation de  
l'eau potable**





e  
ridange



verses technologies pour les récupérer à plus grande échelle dans les eaux usées et les matières fécales. La piste d'une transformation microbienne des composés organiques des eaux usées en bioplastique est également explorée.

### Une nouvelle manière de penser

Partant de sa longue expérience de la gestion des eaux usées, l'Eawag va encore plus loin. Ses scientifiques travaillent à des méthodes permettant de récupérer l'eau, les nutriments et l'énergie sur place, dans des processus circulaires à petite échelle. À l'origine, ce concept devait constituer une solution pour les régions du Sud global, afin de donner accès à une eau propre et des sanitaires de qualité à la population sans qu'il soit besoin d'infrastructures complexes telles que des égouts, des systèmes d'adduction et des stations d'épuration.

Les pistes explorées, extrêmement diverses, ont toutes un point commun: la séparation des flux de matières à la source et leur traitement individualisé. Les eaux peu polluées des ménages peuvent être réutilisées, après traitement, pour les toilettes ou la lessive. Les urines sont collectées séparément des eaux de rinçage et les matières nutritives qu'elles contiennent sont transformées sur place en fertilisant. Les matières fécales peuvent être transformées en pellets de chauffage, en biogaz ou en compost. L'eau de pluie peut, elle aussi, être collectée, stockée et utilisée, notamment pour les chasses d'eau. Toutes ces mesures aident à boucler les cycles de matières et à résoudre les graves problèmes de durabilité des villes partout dans le monde.

Les solutions développées doivent être rapidement et facilement adaptables aux conditions et besoins locaux – aussi bien dans les mégapoles comme Bangalore ou San Francisco, où le **réchauffement climatique** et la croissance démographique accroissent la pression sur une ressource hydrique limitée, que dans les lieux isolés comme les refuges des Alpes suisses. En ce moment, une équipe de l'Eawag travaille même avec l'Agence spatiale européenne sur les possibilités de boucler les cycles d'eau et de nutriments à bord des vaisseaux spatiaux. Les scientifiques veulent convaincre les politiques, l'industrie et la société civile de la faisabilité de ces solutions et de la possibilité de créer un marché les concernant.

Un autre aspect demande aussi tout le know-how de l'Eawag: dans notre monde de plus en plus complexe, les différentes régions et applications ont besoin de différents systèmes. Nous avons besoin de combinaisons de technologies de recyclage et de scientifiques de tous horizons – sciences exactes et naturelles, sciences de l'ingénieur et sciences sociales – prêts à les développer ensemble, à les coordonner et à les accompagner dans leur implantation dans la société. Tout cela ancré dans l'écosystème unique qu'est l'Eawag, avec une vision globale des choses.

# Alimenter la chasse d'eau avec l'eau de la douche

Recyclage de l'eau: nouvelles technologies, nouveaux modèles de gestion et nouveaux standards



# 66% d'eaux grises

Dans les ménages suisses, les eaux grises, peu souillées, constituent environ 66 pour cent des eaux usées.

Le bâtiment NEST est utilisé pour développer des systèmes flexibles de traitement des eaux grises qui produisent des eaux de qualités différentes selon les utilisations prévues. (Photo: Zooney Braun, Stuttgart)

Le lavage des mains, la douche ou la vaisselle ne salissent l'eau qu'assez peu. Au lieu d'être évacuées vers une station d'épuration centralisée, les eaux dite grises qui en résultent pourraient être traitées de manière décentralisée à l'échelle du bâtiment ou du quartier et être réutilisées localement pour les toilettes ou le jardin, par exemple. Pour que ce soit possible, il faut développer de nouvelles technologies, de nouveaux modèles de gestion et de nouveaux standards. Dans le Water Hub, un élément du NEST, le bâtiment de recherche et d'innovation que l'Eawag et l'Empa utilisent conjointement à Dübendorf, des scientifiques étudient comment les eaux grises des cuisines, salles de bain et buanderies peuvent être séparées des eaux usées des toilettes et traitées sur place pour pouvoir être réutilisées dans diverses applications. La qualité que doit atteindre l'eau traitée dépend de l'utilisation envisagée. Elle ne sera pas la même si l'on souhaite s'en servir pour se laver les mains ou simplement pour alimenter la chasse d'eau. Le Water Hub récupère également l'eau de pluie pour les toilettes.

Mais l'Eawag ne se contente pas de développer de nouvelles technologies. Elle cherche aussi à savoir ce qu'il faut mettre en place ou entreprendre pour que ces systèmes de traitement décentralisé soient adoptés dans la pratique. Dans diverses études, ses scientifiques évaluent le rôle de l'acceptation sociale dans la réutilisation des eaux et les conditions socio-économiques et politiques requises pour une telle acceptation. En ce moment, l'Eawag travaille avec plusieurs partenaires de terrain à une évaluation globale de la situation de la Suisse en termes de besoins, d'opportunités et de risques liés à la réutilisation des eaux. Un autre projet de recherche est mené à Bangalore, une mégapole indienne en pleine expansion qui connaît une véritable crise de l'eau et dans laquelle 3'000 stations d'épuration décentralisées ont déjà été mises en service. Avec plusieurs partenaires locaux de la recherche et de la pratique, l'Eawag y étudie les facteurs décisifs pour un bon développement et une internationalisation des systèmes décentralisés de traitement et de réutilisation des eaux.



# De nouvelles approches pour récupérer les nutriments

Un secteur de recherche de l'Eawag multirécompensé

Les eaux usées, les déchets organiques et les déjections humaines contiennent de grandes quantités d'énergie, d'azote et de phosphore. L'Eawag étudie différentes approches pour récupérer ces précieuses ressources. Elle a notamment mené plusieurs études et essais pilotes avec des technologies permettant de produire du biogaz ou des combustibles solides comme les pellets de chauffage à partir des excréments. Par ailleurs, des biologistes de l'Eawag ont montré comment la valorisation des déchets pouvait aller de pair avec l'élevage de certains insectes. Les larves de la mouche soldat noire se nourrissent en effet des déchets organiques et peuvent servir d'aliment durable de qualité pour les animaux d'élevage.

Pour récupérer les nutriments contenus dans les eaux usées, l'Eawag a notamment développé les toilettes autonomes Blue Diversion Autarky qui sont équipées d'une cuvette séparatrice et fonctionnent en dehors de tout réseau d'adduction ou d'évacuation d'eau. Dans ce système, les eaux de rinçage et de lavage, les urines et les matières fécales sont collectées et traitées séparément conformément à leurs propriétés. Cela permet d'une part de récupérer les nutriments des urines et matières fécales pour produire de l'engrais et, d'autre part, de réutiliser l'eau de rinçage des toilettes et de lavage des mains. Les zones peu équipées en infrastructures, notamment, tirent un grand bénéfice de tels systèmes. Des scientifiques de l'Eawag se sont récemment vu décerner le prix «Energy Globe Award» pour l'Afrique du Sud pour leur travail de recherche et développement dans ce domaine. Les bâtiments de l'Eawag à Dübendorf sont, eux aussi, équipés de toilettes séparatrices: l'azote et le phosphore récupérés à partir des urines sont utilisés pour produire un fertilisant disponible dans le commerce. Les toilettes à séparation «save!» ont notamment été récompensées du Prix Design Suisse en 2021.



Les toilettes Blue Diversion testées sur le terrain dans un quartier informel de Nairobi. Ce projet est un parfait exemple de transfert de technologie vers le Sud Global. (Photo: Eawag et E00S)



# Armer les réseaux d'eau pour le futur

Mieux comprendre les relations entre précipitations et écoulements en milieu urbain



Le laboratoire de terrain d'hydrologie urbaine permet d'étudier les questions émergentes concernant le développement des infrastructures d'adduction et d'évacuation des eaux. (Photo: Christian Grund/13Photoa)

Le bon fonctionnement des réseaux d'égouts est essentiel à la santé publique et à la protection de l'environnement. Mais la croissance démographique et le changement climatique posent de sérieux défis en termes d'assainissement. Les systèmes d'évacuation des eaux doivent être adaptés à des conditions toujours nouvelles. Mais pour pouvoir le faire, nous devons tout d'abord comprendre la situation actuelle. Quelle capacité reste-t-il encore aux égouts et est-elle suffisante pour faire face à la multiplication des pluies diluviennes? Où se situent les zones d'engorgement potentiel? Quel est le niveau de pollution des eaux usées dans tel ou tel quartier? Quelle quantité d'eau pluviale la station d'épuration peut-elle traiter et combien d'eaux mixtes non traitées le réseau doit-il déverser dans l'environnement un fois saturé? Pour savoir comment répondre à de telles questions et appréhender avec plus de précision la dynamique du cycle urbain de l'eau, il faut disposer de données de mesure. Pour les obtenir, l'Eawag a créé un laboratoire de terrain d'hydrologie urbaine avec l'ETH Zurich dans la commune de Fehraltorf. Il s'agit d'un réseau de mesure unique en son genre, rassemblant plus de 80 capteurs ultramodernes installés en surface ou en sous-sol dans les égouts. Les données sur l'état du réseau d'assainissement sont collectées 24h sur 24 sur toute la zone et transmises sans fil par ondes radio. Les capteurs relèvent notamment les précipitations, les débits et les niveaux d'eau à différents endroits des égouts ainsi qu'aux points de rejet dans le milieu aquatique. Par ailleurs, la qualité de l'eau et des eaux usées est contrôlée. À partir des données, l'Eawag élabore des stratégies et des mesures pratiques pour s'assurer que nos réseaux d'assainissement restent viables dans les conditions à venir.



Dans leur station d'épuration expérimentale de Dübendorf, les scientifiques de l'Eawag optimisent sans cesse les systèmes de traitement des eaux usées afin d'améliorer l'élimination des polluants et rendre possible la récupération des ressources. (Photo: Eawag, Alessandro Della Bella)

**Les eaux usées, une ressource**  
*Informations sur le sujet*



**Différents circuits parallèles** La Suisse s'est dotée au XX<sup>e</sup> siècle d'un système centralisé d'évacuation et de traitement des eaux usées. Les eaux polluées et les eaux pluviales émises par les bâtiments et l'industrie sont collectées dans des égouts et acheminées vers l'une des quelque 800 stations d'épuration communales du pays. Là, les eaux usées sont soumises à des traitements techniques avant d'être rejetées dans le milieu aquatique. Les scientifiques de l'Eawag travaillent à une optimisation perpétuelle de ce système, non seulement pour améliorer l'élimination des polluants, mais aussi pour permettre la récupération des ressources contenues dans les eaux usées comme l'azote ou le carbone organique.

Très souvent, les résultats ont été à la hauteur des attentes. Mais il s'avère aussi que ce système n'est pas la meilleure solution partout. Dans les régions peu équipées en infrastructures ou confrontées à des pénuries d'eau, les systèmes circulaires décentralisés sont une meilleure option: l'Eawag développe et teste des installations qui permettent de traiter les eaux usées sur place et de réutiliser l'eau souillée. Dans le contexte du changement climatique, des pays comme la France, la Suède, l'Inde ou les États-Unis manifestent aussi un intérêt croissant pour les systèmes décentralisés. L'Eawag s'intéresse d'autre part à la possibilité de combiner réseau centralisé et éléments décentralisés pour rendre le système plus flexible, plus durable et plus résilient. L'objectif, toujours, est de trouver des solutions adaptées sur mesure aux conditions locales.

# Eau, santé et bien-être

Pour notre santé et notre bien-être, nous devons disposer d'une eau de qualité en quantité suffisante. Or un cinquième de la population mondiale n'a pas accès à l'eau potable et un tiers ne dispose pas de sanitaires dignes de ce nom. L'eau est pourtant l'une de nos ressources les plus essentielles et l'accès à l'eau potable et aux installations sanitaires a été élevé au rang des droits humains. Qui plus est, les modifications du cycle planétaire de l'eau dues au **dérèglement climatique** aggravent les problèmes déjà existants: les inondations menacent les vies humaines et les pénuries d'eau potable s'accroissent dans les zones arides car l'eau souterraine, déjà comptée, est également employée pour l'irrigation des cultures. Les ingénieures et ingénieurs de l'Eawag et ses spécialistes de l'environnement et des sciences humaines et sociales mettent en œuvre leur compétence et leur savoir-faire pour aider de façon ciblée à assurer l'accès à une eau de bonne qualité.

## **Maladies transmissibles par l'eau**

Pour éviter la propagation des maladies infectieuses, l'hygiène est capitale. Les installations sanitaires et les infrastructures liées à l'eau, si elles sont bien conçues, garantissent un bon traitement des eaux usées. La contamination microbiologique de l'eau de boisson, le manque de propreté des lieux d'aisance et le manque d'hygiène au niveau des mains sont à l'origine de près d'un million de décès chaque année des suites de diarrhées. Pour y remédier, l'Eawag développe des solutions novatrices pour l'approvisionnement en eau, le traitement des eaux usées et la gestion des déchets qui trouvent des applications notamment dans les pays du Sud global. À Durban, en Afrique du Sud, un nouveau système de toilettes a ainsi été testé avec succès. Dans ces toilettes, l'eau souillée, l'urine et les matières fécales sont directement traitées sur place si bien que le système fonctionne hors réseaux. Les approches sanitaires pouvant être mises en œuvre dans les crises humanitaires sont un autre axe de recherche. Ces crises sont en partie aggravées par les changements climatiques et peuvent même en être le résultat – comme quand des zones habitées se retrouvent sous les eaux après des pluies diluviennes, par exemple. Dans le plus grand camp de réfugiés du monde, celui de Cox's Bazar, au Bangladesh, les spécialistes de l'Eawag ont conçu et contribué à mettre en place un laboratoire d'analyse des boues de vidange sur mandat du Corps suisse d'aide humanitaire. Cette initiative aide à juguler la propagation des maladies transmissibles par l'eau.

Dans le Nord global, les maladies infectieuses ont pu être grandement éliminées au cours du siècle passé grâce à l'amélioration des infrastructures d'assainissement. Grâce à l'engagement de l'Eawag, notamment, la Suisse est maintenant exemplaire en matière de traitement des eaux usées. Le savoir-faire acquis, les investissements consentis dans les infrastructures et le fonctionnement des stations d'épuration offrent de multiples possibilités d'exploration scientifique: une équipe de l'Eawag s'intéresse par exemple à la résistance des bactéries aux antibiotiques – l'une des plus grandes menaces pour la santé à l'époque actuelle. Les scientifiques cherchent à savoir comment les bactéries résistantes et les gènes d'antibiorésistance se propagent dans le milieu aquatique et dans les stations d'épuration et avec quelles stra-



Station de lavage des mains

Sanitaires autonomes Autarky



Assainissement en situation de crise

Assainissement décentralisé

Crues

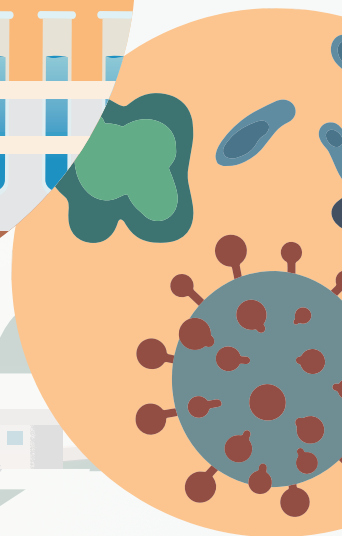
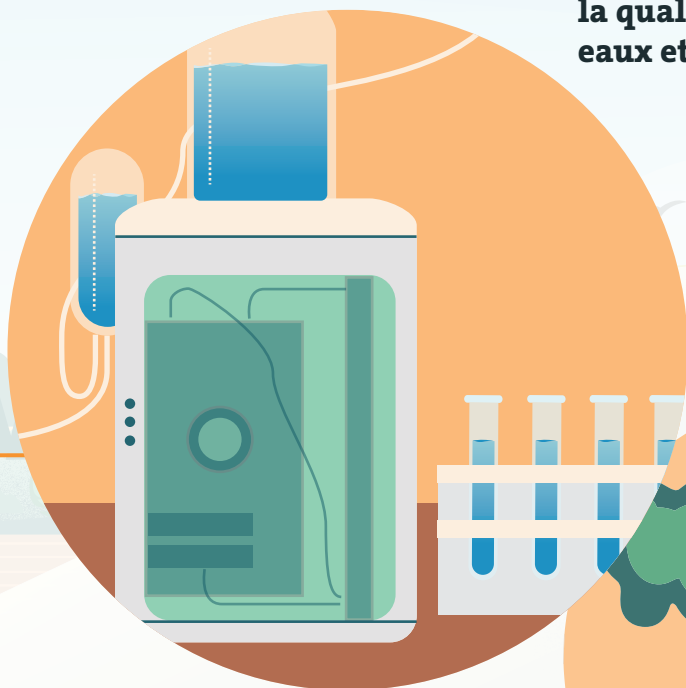
Canicules

Espaces de vie et de loisirs

Développement d'infrastructures bleues-vertes



**Surveillance de la qualité des eaux et effluents**



**Pollution des eaux**

**Santé publique**

**Sécheresses et pénuries d'eau**

**Qualité microbologique de l'eau**

**Préparation de l'eau potable**



The illustration on the left side of the page is a vertical composition. At the top, there's a stylized city skyline with various buildings in shades of blue and grey. Below the city, a large, semi-transparent orange circle contains several blue, rod-shaped bacteria. In the middle section, a white plastic water bottle stands on a light-colored surface. Below the bottle, there's a small pond with a single fish and some green reeds. The background of the illustration is a mix of light blue, white, and orange tones, suggesting a clean, natural environment.

## Analyse des données de santé

tégies ils pourraient être éliminés des eaux usées. Les effluents livrent d'autre part une image de l'état de santé de la société, sous la forme de résidus de médicaments ou de fragments génétiques des virus excrétés, par exemple. Par le contrôle des eaux usées, un système de surveillance pourrait à l'avenir permettre d'identifier les problèmes de santé publique de façon précoce et de mettre en évidence des relations de cause à effet qui, autrement, auraient pu passer inaperçues.

### Quantité ou qualité insuffisante de l'eau potable

L'approvisionnement de la population en eau de qualité en quantité suffisante est, lui aussi, très important pour la santé. Dans les régions peu arrosées disposant d'infrastructures et de réseaux d'eau insuffisants, les pénuries d'eau sont récurrentes, ce qui se traduit par un manque d'eau potable. Le **dérèglement climatique** aggrave cette situation par la multiplication des canicules. Les scientifiques de l'Eawag tentent donc d'identifier les facteurs de dégradation de la qualité des ressources en eau potable. L'éventail des sources de pollution est large et varie en fonction de la situation géographique et des infrastructures existantes. Les germes pathogènes, comme E. coli, ne sont pas les seuls à menacer la santé humaine; les polluants aussi peuvent être dangereux. Certains sont d'origine naturelle, comme le fluor et l'arsenic qui contaminent l'eau souterraine dans certaines régions du monde, mais beaucoup ont été créés par l'homme, comme les pesticides ou les PFAS (composés perfluorés).

L'Eawag joue un rôle important dans la recherche visant à déterminer l'ampleur des pollutions dans l'eau de boisson. Et elle travaille à l'optimisation des traitements de potabilisation afin d'assurer une élimination efficace des germes pathogènes et des polluants. Dans cette optique, elle développe des solutions techniques simples et abordables, adaptées aux conditions locales et pouvant être entretenues sans aide extérieure par la population qui les utilise: filtres à eau, chlorateurs passifs, mini-laboratoires de terrain pour l'analyse de la qualité de l'eau, etc. Mais l'Eawag se préoccupe aussi de la prévention et, en vue d'éviter que les polluants n'atteignent le milieu naturel, elle travaille aussi sur la question de savoir comment les matériaux doivent être conçus et contrôlés pour qu'ils ne représentent pas de danger pour la santé et l'environnement.

### Comportements vertueux et bien-être

Au-delà des aspects techniques, l'Eawag porte un regard de psychologue de la santé et de l'environnement sur les problèmes liés à l'eau. L'objectif est de comprendre comment encourager les comportements vertueux qui ont une incidence positive sur la santé individuelle et collective. Ou comment les réflexions sur la santé peuvent favoriser les comportements respectueux de l'environnement. À l'intersection entre santé et environnement, l'importance des espaces naturels de détente en milieu urbain apparaît nettement, de même que celle d'écosystèmes préservés: ils concourent non seulement au bien-être physique et à la santé mentale mais aussi à la **biodiversité** et sont en mesure d'atténuer les effets des événements météorologiques extrêmes.

# Ce que les eaux usées révèlent sur notre santé

Cellule de compétences en surveillance de l'état de santé de la population – au-delà du Covid-19

# 6



## stations d'épuration

L'Eawag analyse quotidiennement les eaux brutes de six stations d'épuration sur mandat de l'Office fédéral de la santé publique.



Depuis 2021, l'Eawag prélève quotidiennement des échantillons d'eau usée brute dans certaines stations d'épuration puis les analyse pour y dépister le coronavirus sur mandat de l'Office fédéral de la santé publique. (Photo: Eawag, Esther Michel)

Données actuelles  
Maladies infectieuses



La pandémie de Covid-19 a eu pour effet de promouvoir à l'épidémiologie basée sur les eaux usées. En 2020, les scientifiques de l'Eawag et de l'EPFL ont travaillé d'arrache-pied au développement d'une méthode permettant de mesurer les traces génétiques du SARS-CoV-2 dans les eaux usées. Ils ont eu la chance de pouvoir se baser sur un système déjà mis au point et testé avec succès par l'Eawag pour détecter les résidus de drogues et de médicaments dans les effluents. Depuis 2021, l'Eawag prélève quotidiennement des échantillons d'eau usée brute dans six stations d'épuration sur mandat de l'Office fédéral de la santé publique puis les analyse pour y dépister le coronavirus. Les données livrent des informations précieuses sur le stade de l'infection et l'état de santé de la population – et ce, bien au-delà du Covid-19, car la nouvelle méthode s'applique aussi à d'autres pathogènes. Aujourd'hui, la surveillance englobe tout un éventail de maladies infectieuses, dont la grippe et le virus respiratoire syncytial (VRS). Pour l'avenir, un système d'alerte précoce basé sur les eaux usées pourrait être envisagé, qui indiquerait l'arrivée d'une vague d'infections avant qu'elle n'apparaisse dans les cabinets des médecins.

Toutefois les scientifiques de l'Eawag ne s'arrêtent pas là et poursuivent le développement de leur approche: à l'avenir, les échantillons d'eau usée pourraient être analysés dans des contrôles de routine pour dépister les pathogènes tout en mesurant les médicaments et les allergènes. De cette manière, des relations importantes à connaître pourraient être mises en évidence. Par exemple, si la concentration de résidus de sirop contre la toux augmente alors qu'aucun des virus respiratoires recherchés n'est détecté, il se pourrait qu'un nouveau pathogène, jusque là inconnu, soit à l'œuvre. Pour que de tels constats puissent à l'avenir être directement communiqués aux autorités et autres acteurs importants, une nouvelle cellule de compétences est en train d'être mise en place à l'Eawag en collaboration avec l'ETH Zurich et l'EPFL.



Près de 60 pour cent de la population mondiale vit dans des villes. Dans le Sud global, en particulier, l'urbanisation progresse à un rythme effréné. Or les infrastructures sanitaires ne sont pas prévues pour autant de monde. Dans beaucoup de quartiers, les mesures d'hygiène sont insuffisantes, l'évacuation et le traitement des eaux usées et des déchets sont défectueux voire absents, souvent organisés de manière informelle. Cela a de terribles conséquences pour la santé et l'environnement. Le problème est encore aggravé par les extrêmes météorologiques, devenus plus fréquents et plus intenses avec le dérèglement climatique. L'Eawag développe des approches et solutions innovantes pour l'approvisionnement en eau potable, l'assainissement et la gestion des déchets dans les villes en expansion et les conçoit sur mesure pour coller à leur réalité. Ses spécialistes travaillent alors main dans la main avec des organisations partenaires telles que l'Organisation mondiale de la santé (OMS), la Banque mondiale ou la Fondation Bill et Melinda Gates et les institutions locales. Dans le cas des crises humanitaires causées par les sécheresses ou les inondations, l'Eawag soutient, par son expertise, l'action d'organisations telles que la Croix rouge internationale (CICR) et la Direction du développement et de la coopération de la Confédération (DDC).

En plus du travail avec les partenaires au niveau local, le transfert de savoir vers le Sud global est assuré par la série de cours en ligne «Sanitation, Water and Solid Waste for Development». Ce programme de «MOOCs» (pour Massive Open Online Course) est proposé par l'Eawag avec l'EPFL et comprend quatre cours entièrement gratuits. Depuis sa création en 2014, plus de 200'000 personnes issues de plus de 190 pays en ont profité. En dehors de ce programme, l'Eawag organise le Certificate of Advanced Studies (CAS) en «Water Sanitation and Hygiene for Humanitarian and Developing Contexts» en collaboration avec la Haute école spécialisée de la Suisse italienne (SUPSI) et l'université de Neuchâtel.



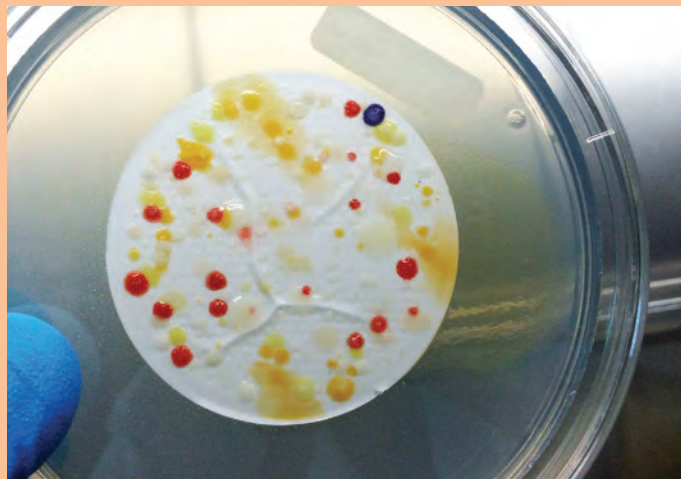
Point d'eau potable dans une école du Népal. La qualité microbiologique de l'eau est contrôlée dans un mini-laboratoire de terrain. (Photo: Eawag, Ariane Schertenleib)



## Comprendre – et stopper la progression des germes antibiorésistants

La résistance aux antibiotiques progresse fortement partout dans le monde et représente un immense danger pour la santé humaine et animale. Les scientifiques de l'Eawag étudient la façon dont cette résistance se propage dans les colonies bactériennes et dans l'environnement. Certaines bactéries résistantes aux antibiotiques sont rejetées dans les eaux usées avec nos excréments. Or les stations d'épuration ne parviennent pas à éliminer tous les germes résistants. Comme le montrent les études de l'Eawag, ils peuvent alors rejoindre le milieu naturel avec les effluents d'épuration qui s'y déversent. La charge d'antibiorésistance diminue ensuite généralement vers l'aval sous l'effet de la dilution et de phénomènes de dégradation. Toutefois, les résultats indiquent que, dans certaines conditions, les organismes résistants aux antibiotiques et les gènes de résistance peuvent aussi se multiplier dans les cours d'eau. Les pluies diluviennes favorisées par le dérèglement climatique aggravent le problème. Car lorsque les égouts et les stations d'épuration sont saturés par les masses d'eau, des eaux usées doivent être évacuées sans traitement dans le milieu aquatique. Les scientifiques estiment que ces événements sont responsables de la moitié des rejets annuels de gènes d'antibiorésistance et de germes résistants subis par les cours d'eau en Suisse.

En plus de modèles prévisionnels pour entrevoir l'évolution de la charge d'antibiorésistance dans le réseau hydrographique suisse, les scientifiques de l'Eawag développent aussi des stratégies pour améliorer l'élimination des bactéries résistantes dans les stations d'épuration. L'Eawag contribue ainsi fortement à limiter la diffusion de l'antibiorésistance dans l'environnement et donc à réduire les risques pour la santé. À l'avenir, un système de surveillance similaire à celui imaginé pour le SARS-CoV-2 pourrait être mis en place pour l'antibiorésistance sous la houlette de l'Eawag.



Bactéries antibiorésistantes se développant sur un milieu gélosé traité aux antibiotiques (Photo: Eawag, Helmut Bürgmann)

# Détecter les polluants dans l'eau potable et les éliminer

Garantir l'excellence de l'eau potable en Suisse

Dans le véritable château d'eau qu'est la Suisse, l'eau des sources ou des nappes souterraines est bien souvent distribuée aux ménages sans grand traitement préalable. Nous devons ce luxe à des mesures efficaces de protection des eaux qui assurent notamment une hygiène irréprochable et donc une eau potable libre de germes pathogènes. Là où cela est nécessaire – par exemple lors de l'utilisation de l'eau des lacs – les mesures préventives sont complétées d'une désinfection. La qualité chimique de l'eau, en revanche, peut être dégradée par la présence de substances problématiques d'origine domestique, agricole ou industrielle. Il peut par exemple s'agir de médicaments, de pesticides – ou de composés perfluorés (PFAS) quasiment indégradables contenus dans beaucoup d'objets du quotidien. Grâce à la recherche de l'Eawag et à son application pratique, de tels micropolluants peuvent être en grande partie éliminés des eaux usées, ce qui déleste les lacs et cours d'eau, les organismes qui y vivent et finalement l'eau potable. Les pesticides, notamment, se déversent aussi directement dans le milieu aquatique, lors du lessivage des sols traités aux produits phytosanitaires, par exemple. Les scientifiques de l'Eawag ont ainsi détecté des produits de dégradation de certains pesticides, comme le chlorothalonil, dans les eaux souterraines suisses. Ils élaborent également des stratégies pour une protection plus large des ressources et un traitement supplémentaire de l'eau pour le cas où la prévention et les traitements de potabilisation existants ne suffiraient pas. L'Eawag développe ainsi des procédés pour éliminer les micropolluants de l'eau potable et des eaux usées, épauler les services et sociétés d'approvisionnement en eau et indiquer des solutions pour réduire les rejets de polluants. Pour les régions du Sud global dont les eaux souterraines sont contaminées par du fluor ou de l'arsenic d'origine naturelle mais qui ne disposent quasiment pas de données d'analyse, les scientifiques de l'Eawag ont d'autre part mis au point des cartes des risques basées sur l'apprentissage machine. Grâce à ces cartes, les populations et les responsables peuvent avoir connaissance de la probabilité de contamination de l'eau souterraine dans leur région. L'Eawag contribue ainsi à garantir la qualité de l'eau potable en Suisse et à résoudre les problèmes de qualité de l'eau potable dans d'autres parties du monde.



En plus de travailler sur la réduction des rejets de polluants dans le milieu aquatique, l'Eawag s'intéresse aux traitements de potabilisation de l'eau destinée à la consommation humaine afin que les substances chimiques qui l'atteignent malgré toutes les précautions prises puissent être éliminées.  
(Photo: Eawag, Alessandro Della Bella)

# Un personnel hors pair



Photo: Eawag, Alessandro Della Bella

À l'Eawag, 536 personnes s'activent dans tous les domaines scientifiques, techniques et administratifs pour que l'institut fonctionne sans heurts et que ses recherches dans le domaine de l'eau restent au niveau d'excellence qui fait leur réputation (chiffres de 2023). Ensemble, elles totalisent 477 postes à temps plein, soit cinq pour cent de plus que l'année précédente. Rassemblant 46 nations, le personnel de l'Eawag est particulièrement cosmopolite. La part du personnel féminin a encore augmenté, atteignant 50 pour cent. La formation professionnelle occupe également une place importante à l'Eawag qui forme actuellement 24 personnes dans les domaines du travail de laboratoire, de l'informatique et de l'administration.

L'Eawag gère son personnel de façon à lui conserver un niveau élevé de compétence et de motivation dans un contexte professionnel diversifié, multiculturel et en perpétuelle mutation. Afin de fidéliser un personnel hors pair aussi bien dans la recherche que dans les fonctions techniques et administratives, l'Eawag offre des conditions de travail très intéressantes incluant la flexibilité du temps de travail, une gestion intégrée de la santé, une structure de garde d'enfants et d'excellentes possibilités de formation continue. Que ce soit sous la forme de cours de perfectionnement en interne, de cours de langue ou de formations spécialisées individuelles en externe: l'Eawag investit dans ses ressources humaines et dans le développement personnel et professionnel des personnes qui travaillent pour elle.

Cette ligne de conduite se retrouve aussi dans la nouvelle équipe de direction. Le directeur Martin Ackermann a pris les rênes de l'Eawag début 2023 et a invité quatre nouvelles personnes à le rejoindre dans l'équipe. Parmi elles, deux femmes: Sara Marks, cheffe de groupe au département Assainissement, eau et déchets pour le développement, et Lenny Winkel, professeure et cheffe du groupe de recherche Géochimie environnementale inorganique. Les autres membres sont Florian Altermatt, chef de groupe et professeur d'écologie aquatique, et Christian Stamm, qui devient le nouveau directeur adjoint de l'Eawag.

## Personnel

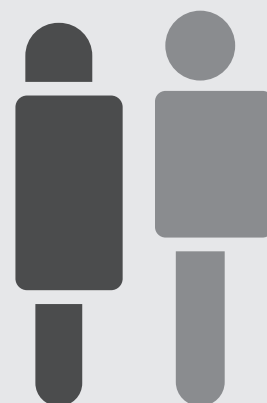
Membres au total



165/48%

171/52%

Membres dans la recherche



Les chiffres indiqués dans tous les graphiques se rapportent à l'année 2023.



# Une partenaire de choix

Personne, aucune institution, ne peut relever seul les grands défis de notre époque. C'est en partageant le savoir, en fédérant les compétences et en mettant en commun les ressources disponibles, que nous dégagons les meilleures solutions. L'Eawag travaille donc depuis des années avec un grand nombre de partenaires au niveau national et international dans un large réseau de coopération qui compte notamment diverses hautes écoles et autres organismes de recherche. L'Eawag est parfaitement intégrée dans le paysage scientifique aussi bien en Suisse que sur la scène internationale. Elle est engagée dans plusieurs initiatives de recherche communes dans le domaine des EPF. En plus de la recherche, elle accorde une grande importance à l'enseignement universitaire. Les scientifiques de l'Eawag transmettent leur savoir à la relève de demain en enseignant à l'ETH Zurich et à l'EPFL, ainsi que dans les universités, hautes écoles et hautes école spécialisées, en Suisse comme à l'étranger. Dans le cadre de son «Eawag Partnership Program», l'Eawag alloue par ailleurs chaque année six bourses d'étude à des étudiantes et étudiants du Sud global pour qu'ils viennent effectuer un séjour de recherche à l'Eawag.

En dehors de la communauté scientifique, l'Eawag entretient aussi des partenariats réguliers en Suisse avec les offices fédéraux, les laboratoires cantonaux, les services et sociétés d'approvisionnement en eau, les gestionnaires des stations d'épuration et divers bureaux d'études. Avec son orientation tournée vers la recherche appliquée et le développement de solutions concrètes, l'Eawag joue d'autre part un rôle important dans la mise en réseau des personnes et institutions du domaine de l'eau en Suisse. La journée d'infEau de l'Eawag est ainsi une véritable journée d'échanges conçue pour les personnes travaillant dans ce secteur; en 2023, elle était consacrée aux objectifs de développement durable de l'Agenda 2030. L'Eawag profite également de toutes les occasions pour développer son réseau international. En 2023, elle a ainsi participé à la Semaine mondiale de l'eau de Stockholm et s'est présentée lors du Forum économique mondial à Davos. Par ailleurs, l'Eawag coopère avec des partenaires scientifiques et socio-économiques dans 25 pays du Sud global où elle partage son savoir-faire avec diverses institutions locales. Elle fait ainsi en sorte que les connaissances nécessaires à une gestion sûre et responsable de la ressource en eau soient disponibles partout dans le monde.

## Travail dans des commissions

310

Commissions professionnelles internationales  
Commissions scientifiques internationales  
Commissions scientifiques nationales  
Commissions professionnelles nationales

97/31%  
92/30%  
73/24%  
48/15%

## Revenus opérationnels

(en milliers de CHF)

82'819

Autres  
Fonds de tiers  
Subsides fédéraux

67'268/81%  
15'010/18%  
541/1%

Si, à l'Eawag, la recherche est diversifiée, son personnel l'est tout autant. Pour répondre à ses besoins, dans toute leur multiplicité, et garantir encore plus de diversité dans ses rangs, elle a créé dès 2008 le comité d'égalité des chances (EOC). L'une de ses préoccupations majeures est, de toujours, la conciliation de la vie de famille et de la vie professionnelle. Les chercheuses en «tenure track» obtiennent ainsi systématiquement une prolongation de leur contrat lorsqu'elles fondent une famille. Le programme Tailwind offre d'autre part un soutien financier aux jeunes mamans pendant les premiers mois. S'ils en font la demande, les nouveaux pères peuvent réduire leur pourcentage d'activité pour une durée limitée. De plus, les postes de tenure track sont maintenant également proposés à temps partiel. Par ailleurs, l'Eawag dispose d'une crèche commune avec l'Empa et elle prend en charge une partie des coûts de garderie. Toutes ces mesures permettent d'augmenter la part des femmes dans son personnel, en particulier dans les postes à responsabilité: à ce niveau, leur part est déjà de 37 pour cent.

L'objectif est de créer un cadre de travail inclusif dans lequel tous les membres du personnel se sentent traités et intégrés de la même façon. Pour rompre avec les stéréotypes traditionnels liés au genre, la signalétique traditionnelle homme/femme a par exemple été remplacée dans les toilettes par des symboles neutres et plus inclusifs. D'autre part, les différentes dimensions de la diversité doivent être davantage prises en compte dans le recrutement du personnel – l'Eawag travaille actuellement à une reformulation des offres d'emploi et de la correspondance dans le cadre des candidatures.

### Histoire de l'Eawag

**1936**  
Créée en

en tant que centre de consultation de l'ETH Zurich.  
Prend le nom d'Eawag – Institut fédéral pour  
l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux – en 1946.  
Aujourd'hui indépendant en tant qu'Institut fédéral  
suisse des sciences et technologies de l'eau.

La révolution numérique a offert de nouvelles opportunités à la recherche et induit de nouvelles pratiques. L'open science – c'est-à-dire le libre accès aux données et publications scientifiques – est devenue une évidence, un principe que l'Eawag a, elle aussi, adopté et s'est engagée à défendre et promouvoir. La grande majorité des articles publiés par l'Eawag dans les revues scientifiques (plus de 90 pour cent) sont ainsi mis à disposition gratuitement. La plateforme DORA, qui rassemble les publications des quatre instituts du domaine des EPF, propose ainsi près de 8'000 articles et contributions de l'Eawag. Par ailleurs, l'Eawag publie une part croissante de ses données de recherche sur la plateforme ERIC, sa propre plateforme numérique «d'open research data». Cet outil permet aux autres scientifiques mais aussi aux autorités, entreprises et autres organisations d'accéder à des centaines de données et de les utiliser librement. D'autre part, l'Eawag s'engage dans le comité de pilotage du programme «Données de recherche ouvertes» du domaine des EPF pour promouvoir l'open science et en améliorer les pratiques. Grâce à l'open science, les recherches de l'Eawag gagnent en visibilité et peuvent avoir plus d'impact sur la société, la recherche et l'économie.

La transformation numérique se manifeste aussi dans les processus organisationnels de l'Eawag. Les domaines du décompte des salaires et des commandes ont déjà été digitalisés. Prochaine étape: la numérisation des dossiers du personnel et l'introduction de la signature électronique.



Publications scientifiques  
En libre accès sur DORA

# Priorité environnement

La protection de l'environnement et la durabilité sont l'une des priorités de l'Eawag. Les mesures engagées à l'automne 2022 dans le cadre de l'initiative d'économie d'énergie, comme le débranchement de l'eau chaude dans les WC, la diminution de l'éclairage extérieur ou la réduction de puissance des détecteurs des barrières photoélectriques, ont été maintenues en 2023. À Kastanienbaum, le système d'alimentation des laboratoires en fluides de chauffage et de refroidissement a d'autre part été repensé et un nouveau dispositif de captage de l'eau du lac a été mis en place avec un système de pompage plus efficace. De même, l'aspect durabilité a aussi beaucoup compté dans le choix du nouveau prestataire pour le restaurant d'entreprise à Dübendorf.

Le fort engagement de l'Eawag en matière de durabilité s'exprime aussi dans le domaine du bâtiment. Le campus Empa-Eawag de Dübendorf, a ainsi déjà vu naître le Forum Chriesbach, l'Aquatikum et le FLUX, tous édifiés selon les dernières normes en matière de construction durable. Le site de Kastanienbaum se dote maintenant d'un nouveau bâtiment de recherche baptisé «Limnion». Construit selon le standard Minergie, il est équipé d'une installation photovoltaïque pour une alimentation en énergie encore plus responsable. Dans le domaine de la mobilité, les émissions de CO2 font déjà l'objet depuis 2004 d'une compensation en interne pour les kilomètres parcourus en avion, en voiture ou en bateau. Ajoutées aux sommes perçues pour les places de stationnement, ces recettes ont de nouveau été utilisées en 2023 pour subventionner l'abonnement des membres du personnel aux transports en commun et les cotisations aux systèmes de car-sharing.

À l'interface avec la recherche académique, l'Eawag participe également à des projets axés sur la durabilité. Engagée dans le projet SCENE démarré en 2023, elle travaille par exemple avec les trois autres instituts du domaine des EPF à l'élaboration, sur des bases scientifiques, d'une feuille de route pour l'atteinte du zéro net. Ce guide pourra bientôt être utilisé par d'autres institutions et établissements publics pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre. Selon les calculs, l'Eawag a déjà réduit ses émissions des deux tiers par rapport à 2006. D'après les prévisions, elle devrait atteindre 80 pour cent en 2030. Le reste des émissions de gaz à effet de serre est entièrement compensé.



Photo: Eawag, Peter Penicka



Rapport 2023  
*Consultation en ligne*



Références bibliographiques  
*Consultation en ligne*



© Eawag, 2024

Collaboration: Isabel Plana (auteure indépendante), Zense GmbH

Traduction: Laurence Frauenlob

Imprimeur: Effinger Medien

Cette publication paraît en allemand avec une traduction en français et en anglais. Seule la version originale en allemand fait foi.

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

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

info@eawag.ch  
eawag.ch



Les textes, les photos portant la mention «Eawag» et l'ensemble des graphiques et tableaux sont protégés par la licence Creative Commons «Attribution 4.0 International». Ils peuvent être librement reproduits, partagés et adaptés sous réserve de mention de la source. Pour plus d'informations sur la licence, voir <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



Les grands défis mondiaux ne peuvent être pensés, étudiés et relevés sans prendre en compte un dénominateur commun important: l'eau. Dans le monde complexe qui est le nôtre, marqué par une multitude de crises en interaction et en interconnexion, les solutions seront liées à l'eau ou ne seront pas.

