

2023 InfEau Magazine

Recherche sur l'eau pour un développement durable



Recherche sur l'eau pour un développement durable

L'Agenda 2030 pour un développement durable doit être mis en œuvre à l'échelle mondiale d'ici 2030 par tous les États membres de l'ONU, dont la Suisse. Les 17 objectifs de développement durable (ODD) vont de «Bonne santé et bien-être» (ODD 3) à «Vie aquatique» (ODD 14) en passant par «Eau propre et assainissement» (ODD 6) et «Villes et communautés durables» (ODD 11). La **journée d'infEAU 2023** de l'Eawag et cet **InfEau Magazine** présentent la manière dont l'Eawag contribue, par sa recherche, à l'atteinte de ces objectifs. Car le thème de l'eau est en quelque sorte le fil «bleu» qui relie les différents ODD.

Quelles sont les approches possibles pour la mise en œuvre des ODD en Suisse et dans le monde? De quelle manière la recherche appliquée sur l'eau peut-elle contribuer à garantir l'approvisionnement en eau et l'évacuation des eaux usées? Ces questions sont au cœur des contributions de ce magazine.

En couverture: Symboles des objectifs de développement durable (ODD), dont l'eau est un thème central. Ces objectifs sont au cœur des recherches de l'Eawag. (Aquarelle: communication Eawag / Philipp Ringli)

Eawag

Dans leur essence, les recherches de l'Eawag visent une meilleure conciliation de l'utilisation des ressources et des milieux aquatiques par l'homme et de la préservation d'écosystèmes aquatiques viables et robustes. L'institut compte 39 professeures et enseignants et plus de 300 collaboratrices et collaborateurs scientifiques qui, dans un environnement particulièrement propice à la recherche, se penchent sur les questions qui livreront les informations et solutions nécessaires à notre société pour relever les grands défis qui se posent à elle. Pour mener à bien sa mission, l'Eawag mise sur l'interdisciplinarité et le transfert des savoirs vers les pouvoirs publics, la société civile et les acteurs socio-économiques. En prodiguant plus de 5'700 heures d'enseignement dans les hautes écoles suisses et en encadrant plus de 180 masters et bachelors et 149 thèses de doctorat chaque année, les femmes et les hommes de l'Eawag contribuent à la formation des jeunes professionnels de l'eau en Suisse.

Science that matters



«Les objectifs de développement durable sont partout dans nos recherches»

Pages 8–11

PD Dr Christoph Lüthi
Département Assainissement, eau & déchets pour le développement (Sandec), Eawag, et Faculté ENAC, EPFL



«Le cap est bon mais pas la cadence»

Pages 12–15

Daniel Dubas
Délégué du Conseil fédéral à l'Agenda 2030, Office fédéral du développement territorial ARE



Ménager une porte de sortie aux organismes aquatiques

Pages 16–19

Dr Christine Weber
Département Eaux de surface, Eawag



Plus de vert et de bleu pour des villes où il fait bon vivre

Pages 20–22

Dr Lauren Cook
Département Gestion des eaux urbaines, Eawag



Pollution des nappes: éclairer les zones d'ombre avec l'apprentissage machine

Pages 23–25

Dr Michael Berg

Département Ressources aquatiques et eau potable, Eawag



Autarky – une technologie pour de nombreuses applications

Pages 26–27

Prof. Dr Eberhard Morgenroth

Département Technologie des procédés, Eawag, et Département Génie civil, environnement et géomatique, ETH Zurich



La spécialiste du facteur humain

Pages 28–29

Dr Nadja Contzen

Département Sciences sociales de l'environnement, Eawag



La low-tech pour un accès facile à l'eau potable

Pages 30–31

Dr Sara Marks

Département Assainissement, eau & déchets pour le développement (Sandec), Eawag



Résoudre le problème des pesticides par le dialogue avec les agriculteurs

Pages 32–33

Dr Christian Stamm

Directeur adjoint, Eawag

«Les objectifs de développement durable sont partout dans nos recherches»



Vidéo Recherches
de l'Eawag sur
les questions
sanitaires

Contact: PD Dr Christoph Lüthi
Département Assainissement, eau & déchets pour le développement
(Sandec), Eawag, et Faculté ENAC, EPFL

L'Eawag s'intéresse au développement durable depuis longtemps, bien avant la définition des objectifs éponymes par l'ONU. Chercheur à l'Eawag, Christoph Lüthi, s'y consacre depuis de nombreuses années et a fortement contribué à la conception de cette journée d'info.

Sécheresses estivales récurrentes, nappes souterraines polluées, érosion dramatique de la biodiversité: en Suisse aussi, les ressources aquatiques et, avec elles, des écosystèmes entiers sont de plus en plus sous tension. Les conséquences s'en ressentent dans divers domaines comme la santé ou l'énergie. Face au dérèglement climatique, il est de plus en plus important, pour notre pays aussi, de gérer cet «or bleu» de façon durable et raisonnée. L'Agenda 2030 pour un développement durable est à la mesure du rôle majeur de l'eau – en tant que ressource, mais aussi en tant qu'écosystème. Les objectifs de développement durable formulés par l'ONU dans ce cadre et que la Suisse a également adoptés (voir vue d'ensemble p. 11) sont importants, non seulement sur le plan politique, économique et social, mais aussi pour la recherche. «Nous nous référons à ces objectifs et nous essayons, par notre travail, de contribuer à leur atteinte, explique Christoph Lüthi. À la journée d'infEAU, nous montrons comment cela se passe à l'Eawag.»

Ce n'est pas un hasard, si Christoph Lüthi, urbaniste et responsable du département Assainissement, eau & déchets pour le développement (Sandec), est co-concepteur et modérateur de l'actuelle journée d'information. Car dans son département, en particulier, tout se rapporte à l'objectif n°6 «Eau propre et assainissement» et cela ne date pas de la création de l'Agenda 2030. Depuis 1992, Sandec étudie et développe des technologies pour les plus pauvres de la planète afin de leur donner accès à l'eau potable et à des installations sanitaires dignes de ce nom. Dans les Objectifs du Millénaire pour le développement (OMD), l'ancêtre de l'Agenda 2030, les scientifiques de l'Eawag avaient déjà activement contribué par leur travail au développement de solutions durables pour l'approvisionnement en eau, l'assainissement et la gestion des déchets.

L'eau est (presque) partout

Contrairement aux OMD qui ne concernaient que les pays du Sud global – ce qui avait été fortement critiqué et avait nui à leur acceptabilité – les ODD s'adressent aussi aux pays du Nord global. Les problèmes et défis auxquels sont confrontés les «pays développés» sont d'une autre nature. La principale préoccupation n'y est pas la pauvreté, la faim et l'accès à l'eau potable et aux toilettes. L'enjeu est davantage, pour ne citer que quelques exemples, de produire et de consom-

mer de manière plus responsable et plus respectueuse de l'environnement, de protéger la biodiversité et les milieux naturels, d'encourager les énergies renouvelables et de rendre les villes plus résilientes face aux changements climatiques. Avec l'Agenda 2030, les thèmes sont plus nombreux et se sont diversifiés. Dans beaucoup d'entre eux, l'eau joue un rôle crucial. «Presque tous les départements de recherche de l'Eawag contribuent directement ou indirectement à l'un des objectifs de développement durable», indique Christoph Lüthi. C'est même le cas de certains objectifs qui, à première vue, n'ont rien à voir avec l'eau, comme l'accès à une éducation de qualité. «Certaines études montrent que, dans les régions les plus pauvres de la planète, les filles ont plus tendance à aller à l'école si celle-ci dispose de toilettes propres et opérationnelles.»

Le fait que la quasi-totalité des scientifiques de l'Eawag ont affaire à l'un ou l'autre des ODD dans leur travail n'a pas facilité le choix des contributions à cette journée d'info. «Nous avons essayé de concocter un programme qui reflète la diversité de nos recherches et de leurs effets sur les objectifs de développement durable», explique Christoph Lüthi. Les sujets traités vont ainsi des technologies de traitement pour la production d'eau potable (cf. articles p. 26 et 30) aux aspects psychologiques de leur utilisation (cf. article p. 28), du dosage des résidus de pesticides dans les eaux (cf. article p. 32) à la cartographie des polluants des eaux souterraines via l'apprentissage machine (cf. article p. 33) ou encore des infrastructures vertes et bleues pour des villes à vivre (cf. article p. 20) aux structures naturelles pour des cours d'eau accueillants pour la vie aquatique (cf. article p. 16).

Une partenaire de tout premier plan

Un objectif concerne absolument tous les projets de recherche de l'Eawag: l'ODD n° 17, «Partenariats». L'institut travaille en collaboration avec de nombreux pays et institutions, partage données et informations avec les pouvoirs publics et les professionnels, s'engage pour l'éducation et le transfert de savoir. «Nous avons notamment créé quatre cours en ligne ou MOOC (Massive Open Online Courses)», raconte Christoph Lüthi. Plus de 160'000 personnes dans le monde entier ont déjà profité de ces cours pour se perfectionner dans le domaine de l'eau potable, du traitement des eaux usées et de la gestion des déchets. Les chercheuses et chercheurs de l'Eawag enseignent par ailleurs dans les hautes écoles en Suisse et à l'étranger; chaque année, des dizaines de thèses sont préparées à l'institut et de nombreux cours de formation continue sont proposés aux professionnels. De cette manière aussi, l'Eawag contribue au développement durable. Et Christoph Lüthi de conclure: «Je considère que l'une de nos missions les plus importantes est de former la prochaine génération de spécialistes de l'eau pour qu'ils soient à même de relever les grands défis de demain.»



1. Pas de pauvreté 2. Faim «zéro» 3. Bonne santé et bien-être 4. Éducation de qualité
 5. Égalité entre les sexes 6. Eau propre et assainissement 7. Énergie propre et d'un coût abordable
 8. Travail décent et croissance économique 9. Industrie, innovation et infrastructure 10. Inégalités réduites
 11. Villes et communautés durables 12. Consommation et production responsables
 13. Mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques 14. Vie aquatique 15. Vie terrestre
 16. Paix, justice et institutions efficaces 17. Partenariats pour la réalisation des objectifs

L'Agenda 2030 et les 17 objectifs de développement durable (ODD)

L'Agenda 2030 pour un développement durable est né de la fusion de deux agendas internationaux: les Objectifs du Millénaire pour le développement de 2000, axés sur les pays du Sud global et sur la coopération pour le développement, et l'Agenda 21 adopté en 1992 à la conférence de Rio, qui proposait un cadre au développement durable pour tous les pays et constituait plutôt un instrument de politique intérieure. L'Agenda 2030 comprend 17 objectifs généraux. www.sdgital2030.ch

Contact: **Daniel Dubas**
Délégué du Conseil fédéral à l'Agenda 2030, Office fédéral du développement territorial ARE



Daniel Dubas

«Le cap est bon mais pas la cadence»

En 2015, les Nations Unies adoptaient l'Agenda 2030 pour le développement durable. La Suisse, elle aussi, a fait siens les 17 objectifs formulés. Pourquoi sommes-nous un «pays en développement»? Quels défis devons-nous relever? Et quel rôle revient à la recherche? Autant de questions auxquelles Daniel Dubas, délégué du Conseil fédéral à l'Agenda 2030, apporte une réponse.

Quand on parle d'objectifs de développement, on pense automatiquement aux «pays en développement». Pourquoi les objectifs de développement durable concernent-ils un pays soi-disant développé comme la Suisse?

Daniel Dubas: En matière de durabilité, tous les pays de la Terre sont en fait «en développement». Même la Suisse malgré son niveau de vie élevé – ou peut-être justement à cause de cela. Nous avons une forte consommation, des besoins gigantesques en énergie et en ressources et notre empreinte carbone est donc très élevée. L'ampleur de la perte de biodiversité en Suisse est, elle aussi, très préoccupante. Il y a donc de quoi faire! Pour relever les défis mondiaux, tous les pays doivent prendre leurs responsabilités. Nous devons tourner notre regard vers l'intérieur, mais aussi à l'extérieur de nos frontières pour trouver des solutions communes. C'est à ce besoin que répond l'Agenda 2030 en adressant aussi bien les aspects de politique intérieure que de politique extérieure.

L'Agenda 2030 a été adopté par l'ONU en 2015. Nous sommes à mi-parcours. Où en sommes-nous de la réalisation des objectifs?

Les premières années, de grands progrès ont été réalisés partout dans le monde dans des domaines tels que la lutte contre la faim, la santé ou l'égalité des chances. Mais la pandémie de Covid a annihilé certaines de ces avancées et certains pays, principalement dans le Sud global, ont été renvoyés à leur situation initiale. En Suisse, nous avons de meilleurs atouts pour faire face à cette crise. Le Covid-19 a certes freiné l'Agenda 2030 chez nous aussi, mais nous avons quand même pu continuer à progresser pour la plupart des objectifs comme l'efficacité des ressources. Dans l'ensemble, la Suisse est sur la bonne voie, mais elle est encore trop lente. Nous devons accélérer les changements transformateurs vers des systèmes durables.

Où en est la Suisse au niveau des objectifs relatifs aux ressources aquatiques et à la protection des eaux?

Concernant l'eau potable et l'assainissement, nous pouvons être satisfaits. Mais la situation est nettement moins bonne en ce qui concerne la qualité de l'eau dans les rivières. Beaucoup de cours d'eau suisses sont très pollués localement, principalement par des résidus de pesticides d'origine agricole. Pour améliorer la situation, nous devons notamment dépasser les conflits d'objectifs entre l'agriculture et la

protection de l'environnement. Autre aspect souvent oublié: notre responsabilité ne se limite pas à la consommation et à la pollution de l'eau dans notre pays. L'empreinte de la Suisse à l'étranger en matière d'eau est immense. Par exemple, nous importons des avocats et de la viande bovine dont la production demande beaucoup d'eau dans des régions déjà assez sèches. Une part considérable de l'eau que nous consommons indirectement est prélevée et polluée ailleurs. On observe de tels «spillovers» ou effets d'entraînement dans d'autres domaines. Les trois quarts de notre empreinte écologique et les deux tiers de notre empreinte carbone sont à l'étranger.

Nos habitudes de consommation empêchent d'autres pays de devenir plus durables. Comment la Suisse assume-t-elle ses responsabilités à ce niveau à l'étranger?

La Suisse dispose d'un grand savoir-faire et d'une solide expérience dans beaucoup de domaines. Elle est par exemple engagée dans de nombreux programmes de coopération internationale pour apporter son soutien aux pouvoirs publics et au secteur privé dans les pays concernés. Par ailleurs, il est également important que les entreprises suisses fassent preuve de responsabilité dans leurs activités tout au long de la chaîne de création de valeur en Suisse et à l'étranger, notamment en ce qui concerne les conditions de travail, les droits humains et l'environnement.

Mais est-il seulement possible de mesurer le développement durable?

C'est un aspect très important mais parfois épineux. En principe, les différentes dimensions du développement durable sont mesurables. L'ONU a défini de nombreux indicateurs pour tous les objectifs. La Suisse a bien conscience de l'importance des données et des statistiques. Elle a ainsi organisé en 2021 le Forum mondial des Nations Unies sur les données à Berne pour améliorer au niveau mondial la collecte et l'analyse des données en rapport avec l'Agenda 2030. La Suisse dispose depuis de nombreuses années du système d'indicateurs MONET 2030, utilisé par l'Office fédéral de la statistique pour suivre les progrès en matière de durabilité, ainsi que du «Cercle Indicateurs» pour les cantons et les villes.

Où se situent, d'après vous, les plus grands défis pour la réalisation des objectifs d'ici 2030?

Au niveau mondial, il faut tout d'abord relancer la dynamique pour l'Agenda 2030 après le frein qu'a été la crise sanitaire. Au Sommet des Nations Unies sur les ODD, en ce mois de septembre, l'enjeu sera de réaffirmer l'engagement de tous les pays et de permettre les changements transformateurs nécessaires. Presque tous les États ont déjà rédigé un ou plusieurs rapports sur la mise en œuvre de l'Agenda 2030 et ont indiqué des avancées. Mais malgré cela, je ne pense pas que nous atteindrons les objectifs d'ici 2030 à l'échelle planétaire. Les événements comme la guerre en Ukraine, qui affecte l'approvisionnement alimentaire dans le Sud global et énergétique partout dans le monde, ralentissent fortement le processus. La paix est une condition très importante pour le développement durable.

Quelles sont, selon vous, les chances pour la Suisse?

À mon avis, le plus grand enjeu pour la Suisse est de concilier les intérêts des différents acteurs et de mettre en place une démarche coordonnée des politiques et des pouvoirs publics à tous les niveaux de l'État en collaboration avec les acteurs économiques et sociaux et la recherche. Tous les secteurs doivent se demander comment ils peuvent contribuer à l'Agenda 2030. Nous devons être encore plus ambitieux et plus systématiques et ne pas considérer l'Agenda uniquement comme un processus politique, mais comme un projet de société à faire avancer sur tous les plans, indépendamment des opinions politiques. Capacité économique, responsabilité écologique et solidarité sociale doivent être considérées sur un pied d'égalité.

Vous avez évoqué les conflits d'objectifs entre environnement et économie. Mais les mesures en faveur d'une utilisation plus durable des ressources naturelles peuvent-elles aussi être une chance pour l'économie?

Absolument! L'exemple de l'économie circulaire le montre bien: l'allongement de la durée de vie des produits ou la récupération des matériaux comme le phosphore dans les boues d'épuration ne profitent pas uniquement à l'écologie, mais préservent également les ressources financières. C'est bénéfique aussi bien pour l'environnement que pour les entreprises – et en fin de compte pour la société.

Pourtant, les conflits d'objectifs continuent de dominer le débat politique. Pourquoi est-il si difficile d'exploiter les possibilités de synergie?

Pour pouvoir exploiter les synergies entre économie et écologie, il faut adopter une vision globale et intégrée des problèmes. Et cela devient vite très complexe. On le voit bien avec les systèmes alimentaires durables que le Conseil fédéral décrit dans son plan d'action relatif à la Stratégie pour le développement durable 2030. Un système alimentaire durable implique une alimentation saine et équilibrée produite dans des conditions équitables avec aussi peu d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre que possible. Il doit préserver les sols, favoriser la biodiversité et tout en évitant le gaspillage alimentaire. Pour répondre à toutes ces exigences, il faut comprendre comment tous ces aspects sont reliés entre eux. Il faut comprendre le système dans son ensemble pour résoudre les problèmes et atteindre les objectifs de développement.

Quel est alors le rôle de la recherche?

Elle a un rôle prépondérant à jouer! Dans les négociations de l'Agenda 2030, les scientifiques suisses étaient déjà très engagés aux côtés de la Confédération. C'est par exemple grâce à leur insistance que l'objectif «Eau propre et assainissement» est devenu un ODD à part entière. Toutes les institutions de recherche suisses ont adopté l'Agenda 2030 comme fil conducteur dans leurs programmes. De mon point de vue, la principale mission de la recherche est non seulement de développer la compréhension du système dont j'ai déjà parlé, mais aussi de la transmettre et de proposer des solutions pratiques. Il est primordial qu'un dialogue s'instaure entre science et société, entre chercheurs et politiques, pouvoirs publics, économie, société civile et grand public. Dans ce but, il faut développer les interfaces entre la science et tous les autres secteurs. C'est à cette seule condition que les avancées scientifiques se traduiront par des actes et par un développement durable.



L'utilisation intensive du sol par les transports, l'urbanisation et l'agriculture a pour conséquence que les eaux suisses sont parfois fortement polluées au niveau local. Sur la photo, la Sarine près de Fribourg.



C'est grâce à l'engagement des scientifiques suisses que l'objectif «Eau propre et assainissement» est devenu un ODD à part entière. La photo montre la station de lavage des mains autonome Autarky, développée par l'Eawag, en train d'être testée en Afrique du Sud.



Contact: Dr Christine Weber
Département Eaux de surface, Eawag



Vidéos
Graphique
interactif

Ménager une porte de sortie aux organismes aquatiques

Tous comme les humains, les habitants des rivières ont besoin d'une issue de secours si un danger se présente. Mais les structures pouvant leur offrir une protection en cas de crue ou d'étiage sont quasiment absentes des cours d'eau canalisés, rectifiés et bétonnés. Comment préserver ou recréer de tels refuges? Cette question est au cœur des recherches de l'écologue Christine Weber.

Sans intervention humaine, les fleuves et rivières sont constitués d'une mosaïque d'habitats variés. Ceux-ci se créent sous l'effet des fluctuations du débit et du transport de sables, graviers et galets – que l'on appelle le charriage – et se modifient sans cesse. Tous ces habitats remplissent des fonctions importantes pour les organismes aquatiques. Certains sont destinés à la chasse ou à la nourriture, d'autres conviennent à la reproduction, tandis que d'autres encore font office de refuge pendant les périodes de crues ou d'étiages. On trouve de tels refuges dans les espaces poreux interstitiels du lit, dans les bras secondaires, les rives creusées, les accumulations de bois flottant ou encore les zones alluviales. Ils sont indispensables à la survie des habitants des cours d'eau et contribuent donc à la préservation de la biodiversité.

«L'importance des refuges est encore largement sous-estimée dans la gestion des cours d'eau et ils sont bien souvent oubliés dans les projets de revitalisation», note Christine Weber, cheffe du groupe de recherche Revitalisation des cours d'eau à l'Eawag. C'est notamment dû au fait qu'ils sont encore peu étudiés, car les organismes aquatiques n'y résident que rarement et brièvement – et parce qu'au moment d'une crue, il est particulièrement difficile et dangereux d'effectuer des prélèvements. Quelles structures offrent une protection en cas de crue et à quels organismes? Quand et pendant combien de temps sont-elles occupées? Quel est l'impact de la dynamique du charriage sur les refuges? Telles sont les questions sur lesquelles Christine Weber s'est penchée dans le cadre de trois études avec d'autres scientifiques de l'Eawag et du Laboratoire d'hydraulique, hydrologie et glaciologie VAW de l'ETH Zurich. Ces travaux s'inscrivent dans le programme de recherche «Aménagement et écologie des cours d'eau» porté par l'OFEV et quatre institutions du domaine des EPF, dont l'Eawag.

Utilisation des refuges en situation de crue

«Au cours d'une étude de terrain menée dans le Spöl, dans le Parc national suisse, nous avons pu observer dans quels refuges les différents types d'invertébrés venaient se mettre à l'abri lors d'une crue artificielle», raconte Christine Weber. Résultat: c'est la diversité, la connectivité et la persistance des refuges qui importent. Les différentes espèces ont des besoins différents. D'autre part, tous les animaux n'ont pas la même mobilité. Alors que les poissons peuvent se

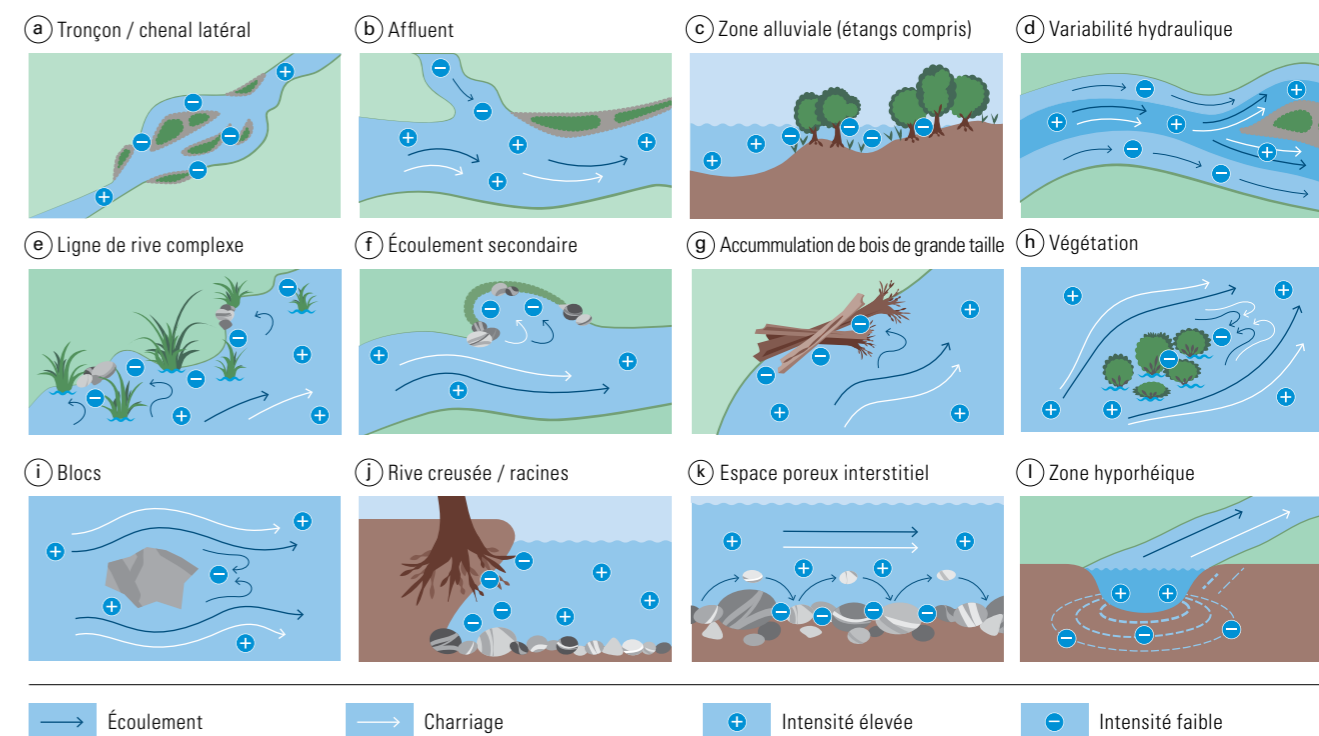
réfugier dans des endroits assez éloignés, les larves d'insectes ont besoin d'espaces protecteurs à proximité immédiate. «Les refuges doivent être connectés avec les habitats habituels pour pouvoir être accessibles à temps en cas de crise. Et ils doivent rester reliés au lieu de vie habituel ou le redevenir après la perturbation pour que les animaux puissent réintégrer les habitats.»

Moins de charriage = moins de refuges

La connectivité des refuges, et donc leur accessibilité, dépend fortement de l'apport de matériaux charriés. «Nous avons étudié plusieurs ruisseaux équipés de dépotoirs à alluvions et nous avons constaté que la rétention du charriage réduisait la variabilité du substrat du lit et causait donc la disparition des refuges», explique Christine Weber. Un déficit de charriage induit aussi une incision du lit sous l'effet de l'érosion, ce qui provoque une déconnexion progressive du cours d'eau avec le milieu environnant. Dans un modèle de laboratoire, Christine Weber et la doctorante du VAW Cristina Rachelly ont étudié la manière dont l'offre en refuges évolue dans un cours d'eau qui a été revitalisé selon le principe de l'élargissement dynamique. Si le charriage est suffisant, la zone d'élargissement est inondée même lors de faibles crues (donc assez fréquentes) et peut servir de refuge. «Dans le cas d'un manque de charriage, la zone d'élargissement ne s'inonde en revanche que lors des crues importantes qui ne surviennent que tous les 30 à 100 ans. Lors des crues de faible ampleur mais fréquentes, les animaux aquatiques ont peu de chances de survivre, car ils ne peuvent pas se mettre à l'abri.» Un assainissement du régime de charriage permettrait ainsi d'accroître l'offre de refuges en cas de crue. «Mais les crues ne sont pas le seul problème, fait remarquer Christine Weber. Avec le changement climatique, les sécheresses vont se multiplier et s'intensifier. Il faudra alors certainement d'autres types de refuges. Il est nécessaire de continuer à développer la recherche dans ce domaine.»

Créer du savoir – et le transmettre

En plus de la recherche, il convient également de développer le transfert de connaissances. Christine Weber en est convaincue. Par le passé, le programme «Aménagement et écologie des cours d'eau» a surtout ciblé les professionnels. Elle estime que cela ne suffit pas: «Nous devons davantage nous adresser aux personnes qui prennent les décisions en matière d'aménagement et de gestion des cours d'eau et qui décident donc de la préservation ou de la restauration des refuges. Dans beaucoup de cantons, il s'agit des conseillères et conseillers municipaux, qui évoluent souvent dans un autre milieu professionnel.» Christine Weber et ses collègues ont donc créé un dépliant, un site Web interactif ainsi qu'une série de vidéos explicatives et ludiques. «Avec cet arsenal, nous voulons notamment sensibiliser à l'importance des refuges et montrer les actions à mener, afin que les refuges ne soient plus oubliés dans les projets d'aménagement des cours d'eau et de revitalisation fluviale.»



Structures pouvant servir de refuges dans les cours d'eau.

Rachelly et al. in Bundesamt für Umwelt, Hgg. (2023). Laborsraum Gewässer – Sedimentdynamik und Vernetzung. Praxisorientierte Forschung im Bereich Wasserbau und Ökologie. Umwelt-Wissen Nr. 2302. Bundesamt für Umwelt (BfU), Bern.



Contact: Dr Lauren Cook
Département Gestion des eaux urbaines, Eawag

Plus de vert et de bleu pour des villes où il fait bon vivre

Vagues de chaleur, inondations, pénuries d'eau, effondrement de la biodiversité, besoins croissants en énergie: les villes font face à de multiples problèmes liés au dérèglement climatique et à la densification urbaine. L'Eawag cherche à savoir comment ces problèmes pourraient être atténués grâce aux infrastructures vertes et bleues.

«Voici une épière laineuse; c'est une plante aux propriétés bien particulières», indique Lauren Cook en passant la main sur les feuilles duveteuses. La petite herbacée s'étend en un tapis blanchâtre sur une sorte de table qui est, en fait, l'un des quatre toits pilotes que la chercheuse a construits avec son équipe sur une terrasse de l'ETH Zurich à l'Hönggerberg. L'ingénieure environnement dirige un groupe de recherche sur les infrastructures vertes et bleues au département Gestion des eaux urbaines de l'Eawag. On entend par là les éléments naturels présents dans l'espace urbain comme les parcs et les friches, les terre-pleins végétalisés, les bosquets, les plans d'eau, les fontaines et ruisseaux, les murs et les toits végétalisés, etc. Les pilotes de Lauren Cook font partie d'un dispositif expérimental et présentent différents types de surface. Trois d'entre eux sont végétalisés avec des plantes différentes – l'un avec l'épière laineuse, le second avec le silène enflé et le troisième avec des sédums, un grand classique des toitures – tandis que le quatrième sert de contrôle. Sa surface a été modifiée au cours des essais: tout d'abord recouvert d'un film noir, puis de graviers, il est maintenant pavé de dalles claires en laine de roche. Chaque mini-toit est d'autre part équipé d'un panneau solaire vertical double-face et de capteurs qui fournissent toutes les cinq minutes des données sur la température et l'humidité du sol, le taux d'évaporation des plantes, la température de l'air et la performance du panneau solaire. «Notre objectif était de connaître l'influence du type de couverture végétale sur la température du toit et le rendement des panneaux solaires», explique Lauren Cook.

Plus l'environnement est clair et frais, plus les panneaux solaires produisent

Il faut tout d'abord savoir trois choses: premièrement, les plantes font baisser la température de l'air qui les entoure grâce à l'évaporation de l'eau. Deuxièmement, les surfaces claires réfléchissent davantage la lumière que les surfaces foncées et se réchauffent donc moins. Troisièmement, le rendement des modules photovoltaïques est affaibli par les fortes températures – plus il fait frais, plus ils sont performants. Étant donné que les panneaux solaires verticaux peuvent également capter le rayonnement réfléchi par le toit, ils tirent avantage des surfaces claires. La végétalisation avec l'épière laineuse serait-elle alors la solution idéale pour limiter la chaleur et accroître la production photovoltaïque? «En fait, c'est avec le silène et non avec l'épière que le rendement des panneaux solaires est le meilleur, même si les différences sont faibles», révèle Lauren Cook. Mais, comparés au toit couvert de noir, tous les toits végétalisés présentent un meilleur rendement photovoltaïque, ce gain atteignant même 20 % certains jours.



Quelle végétation de toiture présente les meilleures performances de réduction de chaleur? C'est l'une des questions que Lauren Cook a étudiées dans des essais. En compagnie du doctorant Giovan Battista Cavadini, elle mesure ici l'évaporation de l'épière laineuse sur un de ses toits végétalisés pilotes.

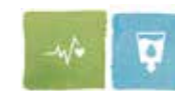


Les synergies entre les différents éléments verts et bleus, et leur multifonctionnalité, sont encore trop peu pris en compte.



Cook, Good, Moretti, Kremer, Wadzuk, Traver, and Smith (in revision)
"Towards the intentional, multifunctional design of urban green infrastructure: a paradox of choice?"
Nature Urban Sustainability

Exemples d'infrastructures vertes et bleues



Contact: Dr Michael Berg
Département Ressources aquatiques et eau potable, Eawag

«Les toits végétalisés supplantent les toitures classiques parce qu'ils sont multifonctionnels», note la chercheuse. Ils peuvent non seulement limiter la chaleur et donc accroître le rendement des panneaux solaires, mais aussi favoriser la biodiversité. Pour quantifier cet effet, Kilian Perrelet, doctorant dans le groupe de Lauren Cook, a étudié cet été la diversité des insectes et autres invertébrés sur les toitures végétalisées de la ville de Zurich. Qui plus est, les toits végétaux et autres infrastructures vertes et bleues peuvent absorber et retenir l'eau – une propriété particulièrement intéressante dans le contexte du changement climatique.

En plus de la chaleur, les pluies torrentielles de plus en plus fréquentes sont un problème majeur pour les villes. Les pluies... et les rejets des déversoirs d'orage. Pour que les stations d'épuration ne soient pas saturées par temps de pluie, les eaux résiduaires mixtes – un mélange d'eau de pluie et d'eaux usées non traitées – sont retenues dans des bassins dits d'orage. Lors de très fortes pluies, ces bassins peuvent cependant déborder – par des dispositifs appelés déversoirs d'orage – et des eaux mixtes non traitées se déversent directement dans le milieu aquatique. À Fehraltorf, il est possible de suivre ces déversements ainsi que d'autres phénomènes en temps réel. Cette commune de 6'500 habitants de l'est zurichois abrite depuis 2015 un «observatoire d'hydrologie urbaine» aménagé par l'Eawag et l'ETH Zurich. Dans ce véritable laboratoire à ciel ouvert, un réseau de plus d'une centaine de capteurs fournit en continu des données sur le cycle urbain de l'eau: débits, humidité de l'air, vitesses d'écoulement, niveaux des bassins d'orage, intensité des pluies, température, etc. «Grâce à ces données, nous pouvons par exemple effectuer des modélisations pour connaître le nombre et le type d'infrastructures vertes et bleues nécessaires pour absorber la pluie. Cela permettrait à la commune de Fehraltorf d'empêcher les rejets à partir des déversoirs d'orage en cas d'averses futures», explique Lauren Cook. D'après ces modélisations, si la surface de la ville et de la zone industrielle de Fehraltorf était couverte à 30 % par des infrastructures vertes et bleues, les rejets de déversoirs d'orage pourraient être réduits de plus de 80 %.

Mieux prendre en compte la multifonctionnalité et la connectivité

Gestion des eaux de pluie, rafraîchissement de l'air, amélioration du rendement photovoltaïque, habitats floristiques et faunistiques: autant d'aspects que la chercheuse de l'Eawag et son équipe souhaitent intégrer dans une même approche pour pouvoir évaluer les différentes infrastructures vertes et bleues en regard de leurs diverses fonctions dans différents scénarios et conditions climatiques. «Pour l'heure, on ne considère généralement pas encore la question de manière intégrée, observe Lauren Cook. On aménage un étang pour retenir l'eau à un endroit, on plante quelques arbres ailleurs pour créer de l'ombre. Mais les synergies entre les différents éléments et leur effet multifonctionnel ne sont pas assez pris en compte. Il nous faut davantage d'infrastructures vertes et bleues mieux connectées si nous voulons que nos villes soient résilientes et restent agréables à vivre dans le futur. Nos recherches sont là pour aider les ingénieurs et urbanistes à choisir les bonnes options.» Que ce soit pour trouver la bonne combinaison d'éléments verts et bleus pour un quartier donné ou pour accroître les performances et la multifonctionnalité de certaines structures comme les toits végétalisés par une meilleure conception ou un meilleur choix de plantes.



Vidéo Ground-
water-Assessment
Platform

Pollution des nappes: éclairer les zones d'ombre avec l'apprentissage machine

Les chercheurs de l'Eawag Joel Podgorski et Michael Berg ont développé un modèle qui permet d'évaluer partout dans le monde le risque de pollution des nappes souterraines – à l'arsenic, au fluor ou aux nitrates, notamment – malgré le manque de données d'analyse qui préexiste dans de vastes régions.

Dans le monde, plus de 500 millions de personnes n'ont pas accès à une eau qualifiable de potable. Elles prélèvent leur eau dans les lacs et rivières ou encore dans des puits... et mettent ainsi leur santé en danger. Car dans beaucoup de régions du monde, les eaux souterraines sont naturellement contaminées par des substances dangereuses, en premier lieu de l'arsenic ou du fluor. Dans de nombreuses régions touchées, ces polluants naturels, dits géogéniques, ne sont pas analysés dans les eaux souterraines. Comment, alors, évaluer la contamination et ses conséquences pour la population en l'absence de données?

Michael Berg, chef du département Ressources aquatiques et eau potable de l'Eawag, et son collaborateur Joel Podgorski ont trouvé un moyen de résoudre le problème: l'apprentissage machine. Ils ont développé un système de modélisation qui, en se basant sur les facteurs locaux comme le climat ou la géologie, permet d'estimer si, dans un territoire donné, un polluant géogénique dépasse la valeur limite définie par l'OMS dans les eaux souterraines. Les chercheurs «entraînent» ce modèle avec le peu de données disponibles: l'ordinateur apprend avec des algorithmes dans quelles conditions, ou combinaisons de facteurs, les valeurs limites sont dépassées et en déduit le risque pour les zones où les données sont manquantes. Résultat des opérations: une carte mondiale des risques qui indique les régions dans lesquelles une forte contamination des nappes souterraines est hautement probable.

Facteurs décisifs: la densité de population et l'utilisation de l'eau

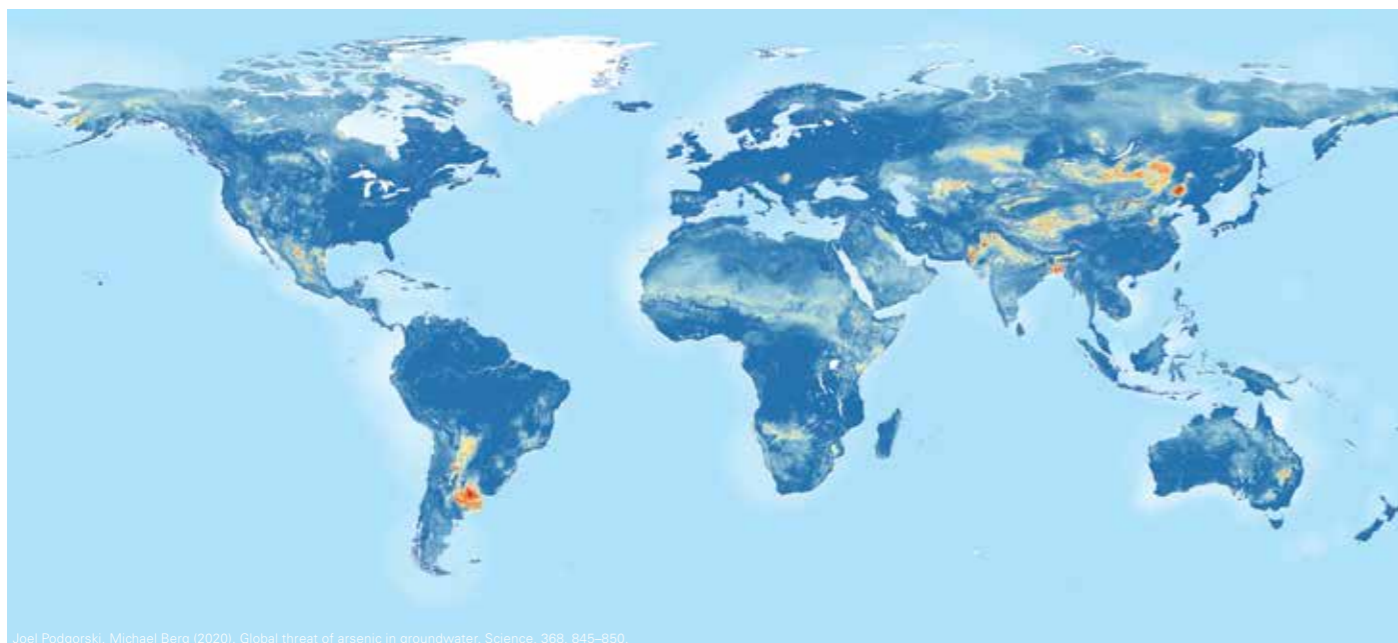
Dans un deuxième temps, le modèle intègre les données démographiques et le mode d'utilisation des ressources en eau dans ses calculs. «La force de notre modèle, c'est qu'il ne se limite pas à désigner les zones à risque. Il indique aussi le nombre de personnes qui peuvent être exposées, ce qui permet de savoir à quel endroit des mesures s'imposent et à quel endroit elles auront le plus d'effet», précise Michael Berg. Ces prévisions sont donc d'une grande utilité pour les pouvoirs publics dans les régions touchées. «La Chine, par exemple, s'est

basée sur ces calculs pour focaliser sa campagne de mesure de la qualité de l'eau souterraine sur les zones désignées par le modèle comme présentant un risque important de contamination à l'arsenic, indique Michael Berg. Et il s'est avéré que nos prévisions étaient justes quasiment partout.»

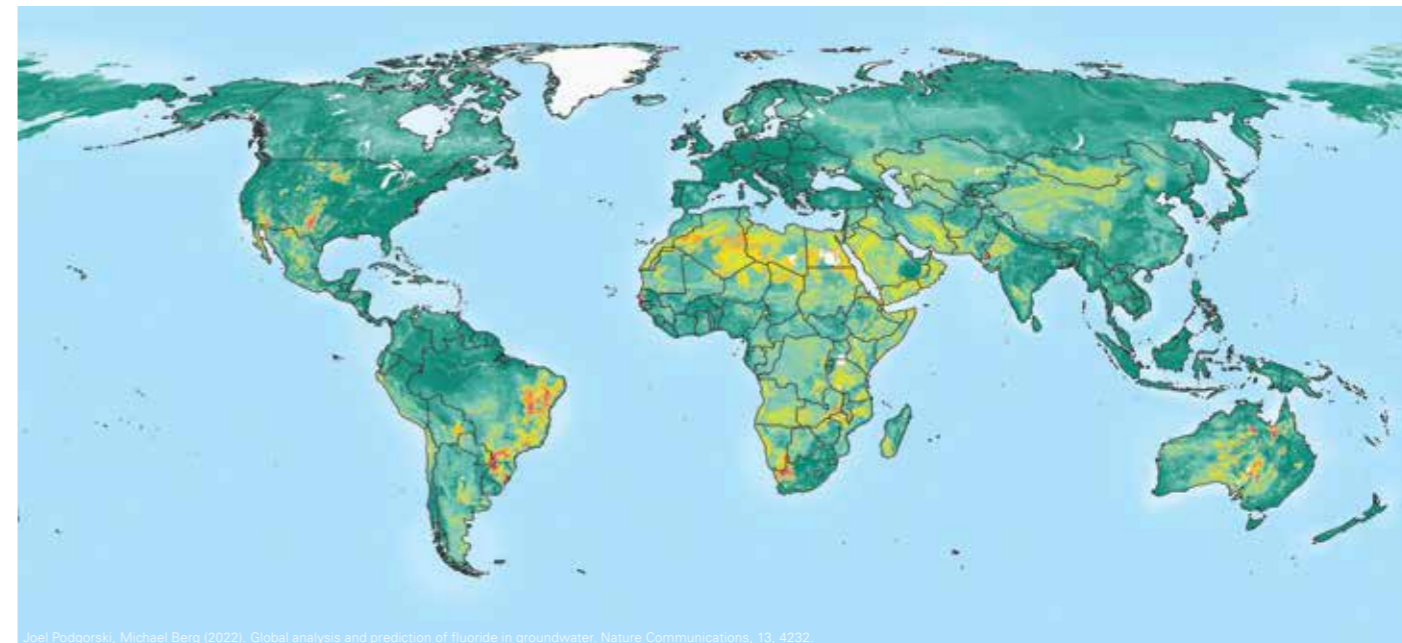
Avec la même technique, Joel Podgorski et Michael Berg peuvent également prédire les pollutions d'origine humaine dans les eaux souterraines. En ce moment, ils travaillent sur la contamination des nappes souterraines suisses par les nitrates. Les réseaux de surveillance mesurent périodiquement la teneur en nitrates au niveau de 500 stations. Entre elles, de nombreuses zones d'ombre. Les chercheurs travaillent actuellement à l'élaboration d'un modèle prévisionnel qui se base sur le type de sol, le paysage, les pratiques agricoles et le degré d'urbanisation. Leur objectif: mettre en évidence les zones critiques et créer ainsi une base solide pour la prise de mesures ciblées. Et Michael Berg d'ajouter: «Ces cartes sont également utiles pour localiser les endroits où il conviendrait de creuser de nouveaux puits pour les contrôles. Ou pour décider s'il ne serait pas pertinent d'abandonner certaines cultures très gourmandes en engrais dans certaines zones.»



Dans de nombreuses régions du monde, l'eau souterraine contient naturellement des substances dangereuses pour la santé.



Carte des risques de contamination à l'arsenic. Autrefois très apprécié des empoisonneurs, l'arsenic est aujourd'hui la cause d'un phénomène sournois d'empoisonnement de masse. Comme le montre un modèle de l'Eawag, près de 220 millions de personnes dans le monde puisent chaque jour une eau contaminée à l'arsenic dans les nappes phréatiques. Ce polluant d'origine géologique est très répandu sur notre planète. Il devient une menace là où beaucoup de personnes consomment de l'eau souterraine non traitée: dans certaines parties de l'Inde, du Pakistan, d'Asie du Sud-est et de la Chine mais aussi, ponctuellement, dans certains pays d'Afrique, aux USA, au Mexique et en Argentine.



Carte des risques de contamination au fluor. Le fluor contenu dans le dentifrice protège nos dents des caries. Cependant, dans les eaux souterraines et l'eau potable, des concentrations trop élevées sont une source d'inquiétude, car le fluor fait partie des polluants géogènes les plus répandus dans le monde. D'après le modèle de l'Eawag, il est fort probable que les eaux souterraines d'une grande partie de l'Afrique présentent des teneurs nocives en fluor. Le Moyen-Orient, l'Asie centrale, la Chine, l'Inde et l'est du Brésil sont également fortement touchés. Certaines zones critiques ont d'autre part été identifiées dans le sud-ouest des États-Unis et en Australie – mais sans menace réelle pour la santé humaine, car la population n'y boit pas d'eau souterraine non traitée. Il en va tout autrement en Afrique et en Asie, où de nombreuses personnes n'ont d'autre choix que d'ingérer de l'eau souterraine contaminée au fluor. D'après le modèle, près de 180 millions de personnes seraient concernées dans le monde.

La plateforme GAP – Groundwater Assessment Platform

Sur gapmaps.org, l'Eawag met gratuitement à la disposition des pouvoirs publics et des personnes intéressés des cartes mondiales et régionales des risques de contamination des eaux souterraines par l'arsenic, le fluor et d'autres polluants géogéniques. La plateforme GAP – Groundwater Assessment Platform – a été développée par l'Eawag avec le soutien financier de la Direction suisse du développement et de la coopération (DDC) et permet également aux professionnels et aux autorités du monde entier de visualiser leurs propres données et de créer leurs propres cartes des risques. | gapmaps.org



Contact: Prof. Dr Eberhard Morgenroth
 Département Technologie des procédés, Eawag, et Département
 Génie civil, environnement et géomatique, ETH Zurich



Ces toilettes n'ont rien à envier aux toilettes «normales» en matière de confort: les toilettes «Autarky» avec leur cuvette à séparation (non visible sur la photo), leur urinoir et leur lavabo.



Le «Water Wall» existe aussi dans une version sans toilettes, en simple station autonome de lavage des mains, comme ici en bordure de rue à Durban, en Afrique du Sud.

Autarky – une technologie pour de nombreuses applications

L'Eawag développe des technologies qui permettent de réutiliser les eaux usées de manière autonome dans les lieux sans raccordement à un réseau d'eau ou d'assainissement. C'est très intéressant pour les pays du Sud, mais pas uniquement.

Près de la moitié de la population mondiale n'a pas accès à des sanitaires convenables et vit sans toilettes ni possibilité de se laver les mains. Cela n'est pas sans conséquences pour la santé et l'environnement. Les pays les plus concernés sont ceux du Sud global, avec leur urbanisation galopante et leurs quartiers informels qui ne sont pas ou ne peuvent pas être raccordés aux réseaux d'adduction et d'évacuation des eaux. Mais même dans les grandes villes qui disposent d'une bonne infrastructure, l'assainissement peut devenir une gageure quand l'eau se raréfie. Les systèmes fonctionnant de manière décentralisée, sans raccordement aux réseaux d'adduction et d'évacuation des eaux, et qui tirent leur eau de la réutilisation des eaux usées, constituent alors une solution intéressante. L'Eawag a développé un système de ce type en partenariat avec la société autrichienne de design EOOS, l'Institut Paul Scherrer et la Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse dans le cadre du challenge «Reinvent the Toilet» de la fondation Bill & Melinda Gates.

Des cycles bouclés

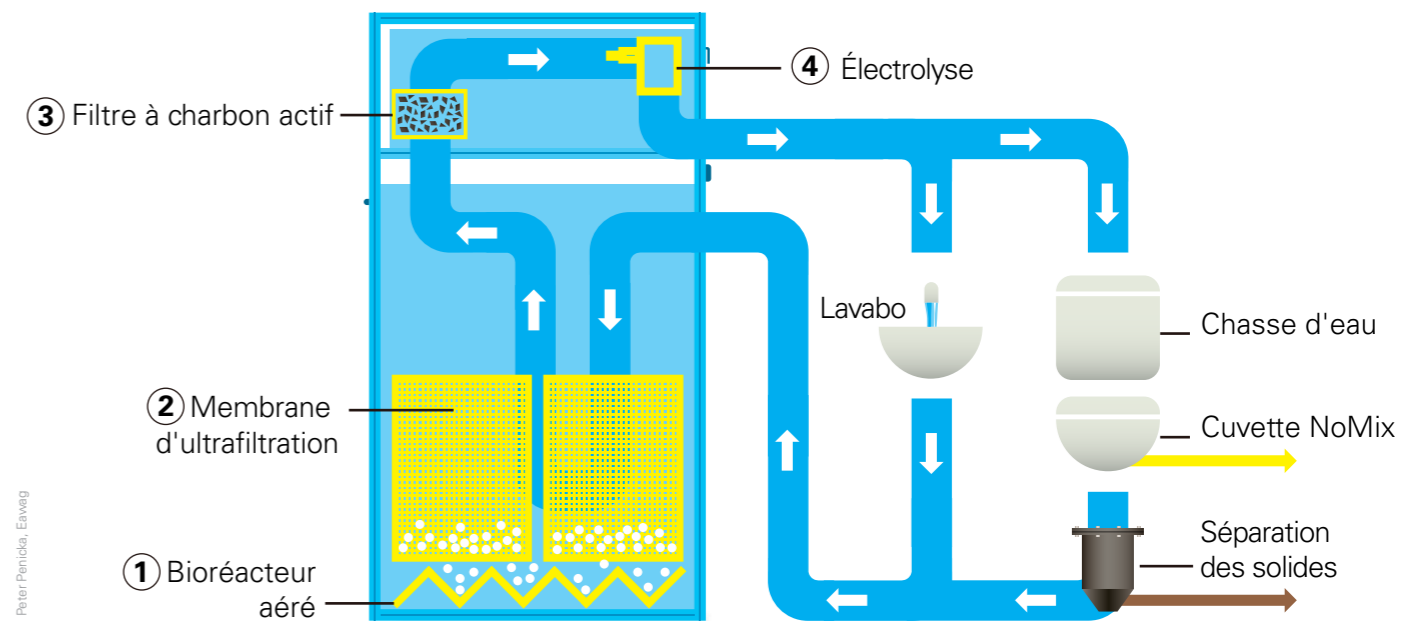
«Autarky»: tel est le nom donné à cette invention. Il s'agit à la fois de toilettes et d'une mini station d'épuration. Complété par une station de lavage des mains, Autarky fonctionne avec trois modules qui assurent le traitement séparé des eaux usées, de l'urine et des matières fécales. Le système est donc indépendant des réseaux d'adduction et d'évacuation des eaux. Le traitement des urines et des matières fécales permet de neutraliser les mauvaises odeurs, d'éliminer les germes pathogènes et de récupérer les nutriments qui peuvent servir de fertilisant agricole. Les eaux usées provenant de la chasse d'eau et du lavabo sont traitées en quatre étapes dans le module Eau baptisé «Water Wall». Dans un premier temps, des micro-organismes dégradent le savon et les résidus d'urine et de fèces. Puis l'eau traverse une membrane filtrante qui retient les germes pathogènes. Ensuite, les substances sources de turbidité et d'odeurs ainsi que les dernières traces de polluants organiques sont éliminées et l'eau désinfectée grâce à un filtre à charbon actif et un traitement électrochimique. «Un travail important de recherche fondamentale a permis d'obtenir ce mariage réussi de traitement biologique et de filtration membranaire», indique Eberhard Morgenroth, chef du département Technologie des procédés de l'Eawag et professeur au département Génie civil, environnement et géomatique de l'ETH Zurich. «Mais restait encore à construire un système robuste demandant peu d'entretien. Car moins il y a de boutons et de capteurs, moins il y a de risque de panne. C'est primordial, notamment dans les zones reculées.»



Autarky en vidéo

Une solution pour les toilettes de train et les restrictions d'eau à venir

Les toilettes Autarky ont fait leurs preuves dans des essais pilotes sur le terrain, notamment auprès d'une famille de 14 personnes en Afrique du Sud. Mais, au-delà du Sud global, les toilettes autonomes pourraient aussi trouver des applications chez nous. Par exemple dans les chalets de montagne isolés ou dans les trains. Une entreprise spécialisée dans la construction des toilettes de train et qui équipe des parcs de véhicules ferroviaires partout dans le monde – dont celui des CFF – a déjà obtenu une licence pour une production en série auprès de l'Eawag. Mais les procédés et technologies développés pour les toilettes Autarky pourraient aussi être utilisés à plus grande échelle. En ce moment, Eberhard Morgenroth participe à un projet mené par l'Eawag dans la ville indienne de Bengaluru sur le traitement autonome des eaux usées à l'échelle du bâtiment. Un tel scénario serait-il également imaginable en Suisse? «Le système d'assainissement que nous utilisons actuellement en Suisse fonctionne très bien, mais il lui faut beaucoup d'eau», répond Morgenroth. Tant que l'eau est abondante, ce n'est pas un problème. Mais la situation pourrait changer avec le réchauffement climatique, même chez nous. «Les solutions qui convenaient hier ne seront plus adaptées demain. Nous devons dès aujourd'hui imaginer des solutions d'avenir moins gourmandes en eau – et les toilettes Autarky sont l'une d'entre elles.»



Peter Pemida, Eawag

Dans le Water Wall d'Autarky, les eaux du lavage des mains et de la chasse d'eau sont recyclées dans une boucle fermée. Le cœur du dispositif est un bioréacteur aéré (1) dans lequel les impuretés comme le savon et les restes d'urine et de fèces sont biodégradées par des micro-organismes. Une ventilation intelligemment réglée permet la transformation des composés azotés en azote gazeux élémentaire (nitrification et dénitrification). Dans un deuxième temps, l'eau traverse par gravité une membrane d'ultrafiltration (2) qui retient les germes pathogènes. Au cours de la troisième étape, un filtre à charbon actif (3) élimine les substances responsables de turbidité et d'odeurs pour produire une eau visuellement propre. La quatrième et dernière étape consiste en un traitement par électrolyse (4) qui garantit l'élimination des dernières traces de polluants organiques. Au lieu d'ajouter des produits chimiques pour désinfecter l'eau, le système utilise du chlorure dissous qui est converti en chlore réactif dans la cellule d'électrolyse. Ce procédé évite que des micro-organismes ne se redéveloppent dans l'eau lors de son stockage.



Contact: **Dr Nadja Contzen**,
Département Sciences sociales de l'environnement, Eawag

La spécialiste du facteur humain

Qu'est-ce qu'une psychologue vient faire à l'Institut des sciences et technologies de l'eau? Un portrait de Nadja Contzen, qui sait quel rôle le côté humain joue dans le succès des nouvelles technologies ayant trait à l'eau et pourquoi le lavage des mains n'est pas l'acte le plus naturel au monde.

Lorsqu'on demande aux enfants ce qu'ils souhaitent faire plus tard, la plupart répondent: pilote, vétérinaire ou footballeur. Nadja Contzen avait d'autres projets: «Je voulais être éboueuse et révolutionner le traitement des déchets par la technologie», raconte-t-elle avec humour. Dans son système idéal, plus rien ne serait incinéré ou enfoui, mais tout serait réutilisé. Dès l'âge de quatre ou cinq ans, elle opère sa première petite révolution: «J'ai doté notre jardin d'enfants d'un compost. À la fin de chaque semaine, je le ramenait à la maison et je le vidais sur celui de ma famille.» Nadja Contzen a grandi dans un village au bord du lac de Zurich dans une famille très soucieuse des questions d'environnement. Ses parents n'avaient pas de voiture, sa mère était engagée dans le parti des Verts et tous les enfants devaient aider au jardin. Les questions d'écologie et de durabilité étaient très présentes au quotidien. Si elle n'a finalement pas fait carrière dans la gestion des déchets, c'est moins dû au petit garçon qui, au jardin d'enfants, lui a dit que les filles ne pouvaient pas devenir éboueuses qu'à une prise de conscience. «J'ai réalisé que, pour que nous adoptions une gestion vraiment durable des ressources naturelles, il ne suffisait pas de disposer des bonnes technologies, mais qu'il nous fallait aussi mieux comprendre pourquoi et comment les personnes prennent certaines décisions et comment on pouvait induire des changements de comportement.»

Après des études de psychologie à l'université de Zurich, Nadja Contzen constate rapidement que cela n'est pas si simple. Pendant sa thèse à l'Eawag, elle étudie à Haïti et en Éthiopie comment le lavage des mains peut être encouragé en tant que mesure sanitaire. «Certaines personnes de mon entourage ne comprenaient pas pourquoi une telle question devait être étudiée. On me disait par exemple: «S'ils ne veulent pas se laver les mains, c'est leur problème!» Si l'on se rend dans ces pays et que l'on s'y confronte à la réalité du quotidien, on comprend mieux pourquoi le lavage des mains ne va pas de soi. «Dans la campagne éthiopienne où je suis allée, chaque famille dispose d'à peine 25 litres d'eau par jour – pour boire, cuisiner, laver et abreuver les jeunes bêtes. Il ne reste pas grand-chose pour se laver les mains.» Qui plus est, l'eau ne coule pas du robinet, mais d'un jerrican de 25 litres qu'il faut remplir à un point d'eau bien souvent situé à plus d'une heure de marche. «Pour se laver les mains, il faut verser un peu d'eau dans une tasse, se mouiller d'abord une main puis l'autre. Il faut ensuite savonner et répéter tout le procédé avec la tasse pour se rincer les mains», raconte Nadja Contzen. «Quand on doit le faire soi-même, on se rend compte que c'est très compliqué et on comprend mieux pourquoi le lavage des mains n'est pas une priorité au quotidien.»



Dans les pays du Sud global, s'approvisionner en eau exige bien souvent plusieurs heures de marche en portant un jerrican. Une tâche qui incombe principalement aux femmes et aux jeunes filles.

Les technologies ne sont qu'une partie de la solution

Cet exemple montre toute l'importance des systèmes décentralisés de retraitement de l'eau, comme le Water Wall développé par l'Eawag (cf. article p. 26): ils fournissent une infrastructure pratique dans les lieux sans réseau d'eau et permettent de retraiter les eaux usées dans un système circulaire autonome afin de les réutiliser, pour le lavage des mains par exemple. «Les innovations technologiques sont primordiales. Elles permettent de faire des progrès dans le domaine de l'eau potable, de l'assainissement et de l'hygiène», poursuit Nadja Contzen. Mais elles ne sont pas une garantie de progrès. «Ce qui est décisif, c'est que les personnes acceptent ces technologies, les utilisent et les emploient correctement.» C'est là que les recherches de la psychologue entrent en jeu. Elle dirige le groupe Environmental Health Psychology de l'Eawag depuis 2019. «C'est le facteur humain qui nous intéresse. Quels comportements et quelles décisions conduisent les humains à nuire à l'environnement et à leur santé? Les risques pour l'environnement et la santé sont-ils perçus comme tels? Que faut-il pour que les personnes modifient leur comportement ou adoptent de nouvelles technologies?»

Pour déterminer les éléments psychologiques décisifs pour le succès des technologies décentralisées dans le domaine de l'eau, Nadja Contzen et son équipe ont notamment mené une étude à Bengaluru, en Inde. Les quartiers en forte expansion situés en périphérie de la ville ne sont pas raccordés au réseau d'égouts. La loi exige donc un retraitement décentralisé des eaux au niveau des bâtiments. Les coûts d'installation, d'exploitation et d'entretien sont cependant à la charge des habitants. «Les avantages perceptibles – comme les effets positifs pour l'environnement ou l'image positive associée à l'utilisation de tels systèmes – sont les facteurs explicatifs dominants de l'acceptation des innovations», explique Nadja Contzen en résumant les résultats d'un sondage auprès de personnes vivant avec ou sans unité de traitement décentralisé de l'eau. «Si l'on souhaite promouvoir un tel système, il faut donc souligner les avantages plutôt que de minimiser les coûts ou les risques éventuels.» Le coût n'est donc pas nécessairement un obstacle à l'acceptation d'un nouveau système. Mais elle sera plus difficile si elle demande d'adopter de nouveaux comportements. C'est par exemple le cas pour la désinfection de l'eau potable au chlore au niveau des ménages. «Les habitants doivent tout d'abord acheter du chlore, puis mesurer la bonne quantité, le verser dans l'eau, remuer l'eau chlorée et la laisser reposer au moins une demi-heure. Il faut donc y penser à l'avance et tout prévoir», explique Nadja Contzen. C'est une routine exigeante qu'il convient d'apprendre.

Ensemble vers les bonnes solutions

Pour Eberhard Morgenroth, il est très difficile de développer des technologies et procédés qui, non seulement livrent une eau de qualité irréprochable, mais sont en outre bon marché et faciles à utiliser sans perturber le quotidien des usagers. L'ingénieur environnement de l'Eawag a accompagné le projet de Bengaluru. «En tant qu'ingénieurs, nous apprécions énormément ce que nous apportent les chercheurs en sciences sociales comme Nadja Contzen», souligne Morgenroth. L'estime est réciproque. «L'interdisciplinarité du travail à l'Eawag est extrêmement enrichissante», renchérit Nadja Contzen.

Elle n'a pas (encore) révolutionné le recyclage des déchets. Mais par ses recherches, la psychologue de la santé environnementale contribue fortement à la réutilisation de l'eau, à une gestion écoresponsable de cette précieuse ressource et à l'amélioration des conditions sanitaires dans les pays du Sud global.



Contact: **Dr Sara Marks**
Département Assainissement, eau & déchets pour le développement (Sandec), Eawag

La low-tech pour un accès facile à l'eau potable

Au Népal, l'approvisionnement en eau douce pour la consommation humaine est relativement bon. Même les villages de montagne les plus reculés disposent en général d'un système rudimentaire de canalisations qui acheminent l'eau d'une source jusqu'aux ménages ou à une fontaine commune. Toutefois, la qualité de l'eau est souvent insuffisante; il n'est pas rare que la charge en germes potentiellement pathogènes comme *E. coli* soit beaucoup trop élevée. L'eau est rarement contrôlée, car ces zones reculées ne disposent ni d'infrastructures adéquates, c'est-à-dire de laboratoires, ni d'un approvisionnement stable en électricité. Les chercheuses et chercheurs du département Assainissement, eau & déchets pour le développement (Sandec) de l'Eawag élaborent des solutions simples et bon marché, adaptées aux conditions locales, qui peuvent être entretenues par les habitants eux-mêmes. Ils ont notamment mis au point un système économique pour l'analyse de l'eau qui comprend un incubateur adaptable, c'est-à-dire un appareil qui permet de maintenir les échantillons d'eau en conditions contrôlées pour favoriser la croissance des micro-organismes. L'incubateur peut être très facilement construit à partir d'une boîte en polystyrène et d'un simple module électronique et peut être alimenté avec une batterie de voiture ou un panneau solaire. Les scientifiques ont installé ce dispositif dans plusieurs villages de montagne népalais dans une étude de terrain et ils y donnent depuis entière satisfaction en permettant un accès plus sûr à l'eau potable.



Contact: **Dr Christian Stamm**
Directeur adjoint, Eawag



Vidéo sur le
projet Pestrop

Résoudre le problème des pesticides par le dialogue avec les agriculteurs

Les pesticides sont une menace pour les écosystèmes et pour la santé humaine. Par ses activités de recherche, l'Eawag détecte la pollution des eaux par les pesticides et fournit des fondements nécessaires à une agriculture plus durable.

La pollution par les résidus de pesticides touche une grande partie des eaux suisses et même, en maints endroits, les eaux souterraines. En 2014, l'Eawag avait ainsi déjà mis en évidence de véritables cocktails de pesticides dans cinq cours d'eau moyens du Plateau suisse. Mais la situation est autrement plus dramatique dans les pays du Sud global où les pesticides sont peu réglementés et souvent appliqués de manière inappropriée. Alors que, dans notre pays, l'état des eaux et la qualité de l'eau sont étroitement surveillés, cette observation systématique n'existe pas dans le Sud global où les risques restent invisibles.

Un manque de connaissances sur la manipulation des pesticides

Le projet international «Pestrop» auquel a participé l'Eawag a contribué à y voir plus clair: au Costa Rica et en Ouganda, une équipe interdisciplinaire de recherche a étudié l'emploi des pesticides et ses effets sur la qualité de l'eau et la santé des paysannes et paysans. Les scientifiques ont détecté divers pesticides dans les fleuves et rivières utilisés par la population pour s'approvisionner en eau potable. Une partie des personnes ayant participé à l'étude présentaient d'autre part des résidus de pesticides dans le sang ainsi que des altérations neurologiques. Le fait que la majorité des agriculteurs ne portent pas de vêtements de protection, qu'ils appliquent les produits de manière souvent inappropriée et qu'ils ne les éliminent pas de manière adéquate est dû à un manque de formation et de conseil ainsi qu'à une réglementation obsolète de l'emploi des pesticides. Ces observations ont été communiquées aux autorités locales qui peuvent en déduire les mesures à prendre. Par son expertise, l'Eawag aide en outre des partenaires locaux à mettre en place des systèmes d'échantillonnage adaptés afin de collecter davantage de données sur la pollution.

Pour Christian Stamm, directeur adjoint de l'Eawag, le principal problème réside dans le conflit d'objectifs entre écologie et santé d'un côté et production agricole de l'autre. «Nous ne pouvons résoudre le problème des pesticides que dans le dialogue avec les acteurs du secteur agricole, en coopérant sur un pied d'égalité pour analyser les conflits d'intérêts de façon transparente tout le long de la chaîne de valeur et trouver des solutions.» Ce principe vaut aussi bien pour la Suisse que pour le Sud global. C'est pourquoi l'Eawag participe actuellement au projet interdisciplinaire «Trapego» qui vise à esquisser des pistes pour une transformation durable de l'agriculture en Suisse.

Rédaction: Communication Eawag

Collaboration: Isabel Plana

Graphisme: Communication Eawag

Traduction: Laurence Frauenlob

Relecture: Interserv AG

© Eawag, 2023

L'InfEAU Magazine paraît en allemand et en traduction française. Seule la version allemande fait foi.

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

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

info@eawag.ch
eawag.ch

<http://doi.org/10.55408/eawag.31025>



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>

