

Stratégies en gestion des eaux urbaines

Gestion des eaux urbaines:
vers de nouvelles stratégies

3



Tout se tient, même dans la
production d'eau potable

11



Nous avons besoin d'idées fraîches!

17



Quo vadis EAWAG?

21



Stratégies en gestion des eaux urbaines

2 Editorial

Article thématique

3 Gestion des eaux urbaines:
vers de nouvelles stratégies

Recherches actuelles

Recherches dans les pays industrialisés

6 Intervenir à la source, dans les
ménages aussi

8 Eau potable: évaluation des acteurs

10 Eaux de toiture: métaux lourds
indésirables

Recherches dans les pays en voie de
développement

11 Traitement de l'eau: une nouvelle tâche
pour les ménages?

13 Gestion des déchets dans les quartiers
défavorisés

15 Villes sans égouts

Forum

17 Interview avec le professeur
Hermann H. Hahn

19 EurAqua
Le cours «Ping-Pong» Tianjin-Suisse

20 Micropollution due aux pesticides
dans les eaux

Notes brèves

21 Quo vadis EAWAG?

22 Publications 2353-2624, livres

24 Divers

Editeur Distribution et ©:
EAWAG, Case postale 611, CH-8600 Duebendorf
Tél. +41-1-823 55 11
Fax +41-1-823 53 75
<http://www.eawag.ch>

Rédaction Corinne Weber, EAWAG

Traductions Henri Chappuis, Neuchâtel

Copyright Reproduction autorisée avec mention
expresse des sources et envoi de deux justificatifs
à la rédaction

Parution 3x par année en français, allemand et anglais

Crédit photographique Sauf indication inconnu

Maquette inform, 8005 Zürich

Graphisme Peter Nadler, 8700 Küsnacht

Impression sur papier recyclé

Abonnements et changements d'adresse Les nou-
veaux abonné(e)s sont les bienvenu(e)s!
Le bulletin d'inscription se trouve au milieu de ce numéro.

Editorial



Alexander J.B. Zehnder
Directeur de l'EAWAG

Sous nos latitudes, on considère en général que la gestion fiable et efficace des eaux urbaines va de soi. Il faut que les robinets soient à sec pour que nous remarquions enfin combien notre bien-être dépend du bon fonctionnement de la distribution d'eau potable et de l'évacuation des eaux usées. Il suffit de regarder dans la rue lorsqu'il y a des travaux de réparation de conduites pour se rendre compte à quel point notre confort dépend d'infrastructures souterraines. En Suisse, ces infrastructures devront être renouvelées dans les 25 à 30 prochaines années. Ce renouvellement est estimé aujourd'hui à quelque 150 milliards de francs et son financement devra être assuré par les pouvoirs publics. Devant l'ampleur de ces coûts, on est en droit de se demander s'il faut simplement remplacer les structures existantes par des structures identiques, mais plus modernes, ou s'il ne faut pas chercher des solutions de remplacement un peu plus durables. Tel est le fil rouge du présent numéro. Les articles que nous vous proposons, chères lectrices, chers lecteurs, ne concernent pas seulement les pays industrialisés, mais traitent également de quelques aspects touchant aux pays en voie de développement. Ces articles donnent matière à réflexion.

1999 a été pour l'EAWAG une année de restructuration et de réorientation. Dorénavant, nos activités se focaliseront davantage sur le problème de l'eau et de son utilisation durable. Nous entendons également renforcer les liens entre recherches et

pratique (voir à la page 21). Cette réorganisation vise à dynamiser l'EAWAG. Jusqu'ici considérés plutôt comme des exceptions, les transferts entre disciplines et les nouvelles combinaisons interdisciplinaires sont appelés à se généraliser afin que nous puissions proposer des solutions efficaces aux problèmes liés à l'eau. Cette situation exigera beaucoup de souplesse et de flexibilité de chacun. Il faudra apprendre à penser et à travailler selon les méthodes d'autres disciplines. Nous sommes prêts à tenter cette expérience et sommes convaincus que notre succès se traduira par une amélioration de la qualité, tant au niveau de la recherche et de l'enseignement que des prestations de service.

Le présent numéro coïncide avec le départ de notre rédactrice Diana Hornung, qui adresse ses chaleureux remerciements aux lecteurs des EAWAG news, toujours plus nombreux au fil des ans. Après avoir terminé un cours postgrade en gestion des eaux urbaines et protection des eaux, Diana Hornung a repris la rédaction des EAWAG news en 1983. Sous sa plume, les news ont mûri pour devenir une publication attrayante. Je remercie Diana Hornung de son engagement et lui souhaite bon succès pour l'avenir.



Gestion des eaux urbaines: vers de nouvelles stratégies

Eviter les maladies liées à l'eau et aux matières fécales, empêcher les inondations dans les zones d'habitation et garantir l'intégrité écologique des eaux de surface: telles sont les principales tâches de la gestion des eaux urbaines (GEU). Jusqu'à présent, les pays industrialisés de l'hémisphère nord s'y sont appliqués par la mise en place systématique de systèmes classiques d'évacuation des eaux avec séparation et traitement des eaux usées en stations d'épuration centrales. Toutefois, ce type de GEU ne satisfait pas vraiment à tous les critères de la durabilité.

Evolution de la gestion des eaux urbaines dans les pays industrialisés

Une meilleure hygiène de l'habitat grâce à l'évacuation des eaux urbaines

Historiquement, la gestion des eaux urbaines (GEU) est née de la nécessité d'améliorer l'hygiène de l'habitat. Au 19^e siècle, la révolution industrielle en Europe et en Amérique du Nord a poussé vers les villes un nombre croissant de personnes en quête de travail. Cette concentration croissante de population a engendré une dégradation de l'hygiène publique, les matières fécales et les déchets étant «éliminés» dans les rues et les arrière-cours. Les problèmes esthé-

tiques se sont doublés de problèmes hygiéniques; les fontaines et l'eau potable ont été polluées. Les grandes épidémies ont aussitôt fait leur apparition.

Or, cette urbanisation est principalement née dans les régions tempérées, là où les précipitations sont abondantes toute l'année durant. Très vite, il a donc fallu construire des canaux pour l'évacuation des eaux pluviales afin d'éviter les inondations. Devant les problèmes d'hygiène croissants, l'utilisation des canaux existants s'imposait facilement pour éliminer des zones habitées les matières fécales à la fois inesthétiques et porteuses d'agents pathogènes. Ainsi est né le tout-à-l'égout tel que

le connaissent les pays industrialisés de l'hémisphère nord et quelques grandes agglomérations de l'hémisphère sud.

De l'hygiène de l'habitat à la protection des eaux

L'introduction des toilettes avec chasse d'eau et la désinfection de l'eau potable par les grands distributeurs d'eau ont permis d'améliorer la situation hygiénique en milieu urbain et de contrôler les maladies infectieuses dues à l'eau et aux matières fécales: au cours du 20^e siècle, les grandes épidémies découlant d'une hygiène urbaine insuffisante n'ont fait plus que quelques rares apparitions en Europe et en Amérique du Nord.

L'introduction de substances polluantes dans les eaux a toutefois entraîné de nouveaux problèmes. La forte croissance démographique dans les villes a provoqué une surcharge dépassant de loin la capacité de rétention et le pouvoir d'auto-épuration des eaux: les réseaux d'égouts ont dû être complétés peu à peu par des stations d'épuration (STEP). Si de simples installations de sédimentation suffisaient au début, il a vite fallu se rendre à l'évidence: seuls des procédés biologiques étaient capables de réduire les substances polluantes à un niveau acceptable pour l'hydrosphère. L'évolution économique et la production croissante de produits chimiques après la seconde guerre mondiale ont entraîné une croissance quantitative et une modification qualitative des polluants émis par les milieux urbains. Le renforcement des exigences écologiques a conduit à l'agrandissement des STEP existantes ainsi qu'à l'adjonction d'étages de traitement supplémentaires.

Manque de durabilité de la gestion classique des eaux urbaines

La distribution d'eau potable centralisée, les égouts et les STEP sont autant de moyens qui ont permis jusqu'à aujourd'hui aux pays industrialisés de l'hémisphère nord de maîtriser les problèmes hygiéniques et écologiques liés à l'eau. Toutefois,



les coûts d'investissement, d'entretien et d'exploitation de ces infrastructures sont considérables. Dans ce système, les nutriments tels que le phosphore et l'azote sont considérés comme polluants dangereux pour l'eau et non comme matières premières. Cette optique est certes compréhensible par rapport aux prix actuels de l'énergie, des engrais azotés et des engrais phosphorés, mais elle ne satisfait pas aux critères de durabilité. La situation se durcit à partir du moment où cette méthode de GEU n'est plus, comme aujourd'hui, le privilège d'une minorité à l'échelle planétaire, mais devient exemplaire pour les milieux urbains à forte croissance d'Asie, d'Amérique latine et d'Afrique. Dans une telle perspective globale, les pays industrialisés doivent eux aussi réviser leur jugement et imaginer de nouvelles approches pour la GEU.

Gestion des eaux urbaines et gestion des déchets dans les pays en voie de développement: situation actuelle

Priorité à l'hygiène de l'habitat

Malgré d'énormes efforts consentis durant ces 10 à 20 dernières années, 1,2 milliard d'humains n'ont toujours pas accès à une eau potable de qualité fiable en cette fin du 20e siècle. 3 milliards d'humains vivent sans équipements sanitaires hygiéniques. A peine la moitié des déchets communaux produits par les pays en voie de développement est récoltée. La quantité de déchets éliminés de manière écologique est encore moindre. En conséquence, 4 millions d'humains meurent chaque année encore par suite de maladies diarrhéiques, cholériques et typhoïdiques transmises par les matières fécales et un approvisionnement insuffisant en eau. L'OMS évalue en outre à 1,5 milliard le nombre d'êtres humains infectés par des parasites issus des matières fécales et des déchets non éliminés. Ce sont autant d'êtres humains dont la productivité économique est ainsi affaiblie. Pour la majorité de la population mondiale, résoudre les problèmes d'hygiène demeure l'objectif premier de la gestion des eaux urbaines et des déchets.

Problèmes d'hygiène et problèmes écologiques

Avant même que les problèmes relatifs à l'hygiène de l'habitat ne soient résolus, les milieux urbains sont de plus en plus affectés par des problèmes hydroécologiques. Tandis que les pays industrialisés d'aujourd'hui ont pu résoudre les principaux problèmes en matière de protection des eaux au fur et

à mesure de leur apparition, les pays émergents se voient confrontés pratiquement à tous les problèmes en même temps (fig. 1). Cette situation découle en premier lieu de la rapide croissance des agglomérations urbaines. Mais, ironie du sort, le problème s'accroît encore par le fait que les pays émergents tentent d'introduire chez eux le modèle de GEU développé avec succès par et pour les pays industrialisés de l'hémisphère nord. Des réseaux d'égouts se sont construits alors que les ressources financières manquent pour construire et exploiter des STEP centralisées. Dans les villes d'Amérique latine par exemple, une grande partie des eaux usées est certes évacuée, mais seuls 5% environ passent par une STEP. En conséquence, les polluants parviennent en concentrations excessives dans les rivières, dont le pouvoir d'auto-épuration ne suffit plus.

Nécessité de nouveaux concepts et de nouvelles approches

Les raisons pour lesquelles une grande partie de la population mondiale n'a toujours pas accès à une eau potable fiable ni à une élimination hygiénique des matières fécales et des déchets sont nombreuses: d'une part, il y a absence de volonté politique au niveau gouvernemental, absence d'image de marque du secteur des eaux usées et des déchets, insuffisance des stratégies à tous les niveaux, faible mainmise institutionnelle, ou encore utilisation inadéquate et inefficace des ressources financières et naturelles. D'autre part, les énormes différences climatiques, socio-économiques et culturelles entre le Nord et le Sud empêchent précisément la GEU des pays industrialisés d'être efficace dans les pays en voie de développement. Dans certains cas, le modèle de GEU occidental ne fait même qu'aggraver l'état des eaux dans ces pays. En Chine et dans d'autres pays asiatiques, des exemples montrent que l'utilisation du modèle occidental influence même négativement la gestion des ressources. En effet, les nutriments présents dans les collecteurs ne créent pas seulement des problèmes écologiques, mais ils font parallèlement défaut à l'agriculture locale, qui les remplace alors par des engrais artificiels.

Gestion des eaux urbaines et gestion des déchets: vers une nouvelle stratégie

Instauré par le Water Supply and Sanitation Collaborative Council, un groupe de travail a été chargé d'élaborer les lignes d'une

nouvelle stratégie intitulée «Gestion intégrée des eaux urbaines et des déchets au 21e siècle» [1] sous la houlette de SANDEC, la Division de recherche «Eau et assainissement dans les pays en voie de développement» à l'EAWAG. La nouvelle stratégie mise sur les besoins fondamentaux des êtres humains ainsi que sur leurs potentialités et leur qualité de vie. Cette stratégie peut être représentée par un modèle concentrique dont les cercles sont les suivants, en partant du centre: ménage, voisinage/quartier, commune/ville, province et pays (fig. 2, modèle HCES). Cette stratégie se fonde sur les principes suivants:

- Les problèmes liés à l'évacuation des matières fécales, des eaux usées et des déchets sont d'abord résolus dans le cercle dans lequel ils sont générés; il n'y a report au cercle suivant que si leur résolution n'apparaît ni possible ni judicieuse dans le cercle précédent.

- L'output des déchets solides et des déchets liquides est réduit à chaque cercle par (a) une réduction ciblée de l'input produisant des déchets tels qu'eau, substances et biens ainsi que par (b) un recyclage systématique à l'intérieur de chaque cercle. Cette stratégie «centrée sur le ménage» se distingue considérablement de l'approche classique qui consiste à reporter les problèmes sur les cercles les plus éloignés du centre et à les faire résoudre par la collectivité, c'est-à-dire très loin de la source. Dans le modèle proposé, la responsabilité en matière de résolution des problèmes est transférée vers l'intérieur, là où les problèmes sont créés. Cette nouvelle stratégie paraît très prometteuse pour les pays en voie de développement, car les autorités ne sont visiblement pas en mesure de résoudre les problèmes liés à la gestion des eaux urbaines et des déchets sans la collaboration efficace de la population. De plus, le recyclage possible des nutriments est important aussi bien du point de vue de la protection des eaux que du ménagement des ressources. Enfin, ce modèle pourrait aussi être valable pour les pays industrialisés.

Activités de l'EAWAG en faveur d'une gestion durable des eaux urbaines

La situation est très différente qu'il s'agisse des pays industrialisés ou des pays en voie de développement. Par principe, il est toujours possible de résoudre les problèmes de la gestion des eaux urbaines et des déchets par des mesures prises à la source. Mais la mise en oeuvre concrète des solutions diverge selon les conditions-cadres physiques, socio-économiques et institu-

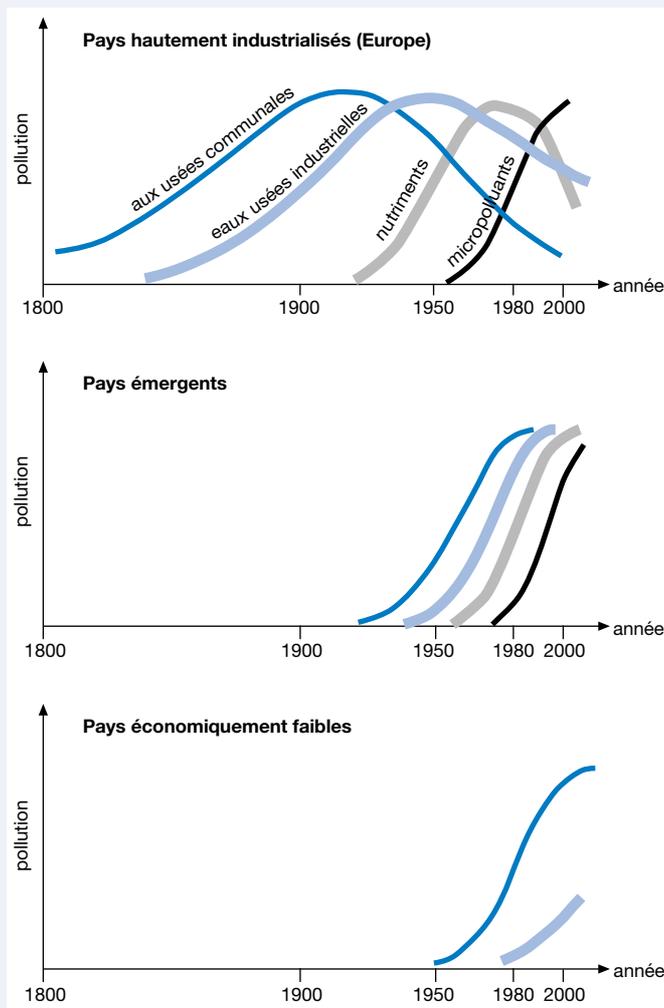


Fig. 1 Chronologie de la pollution des eaux dans les différentes régions du globe.

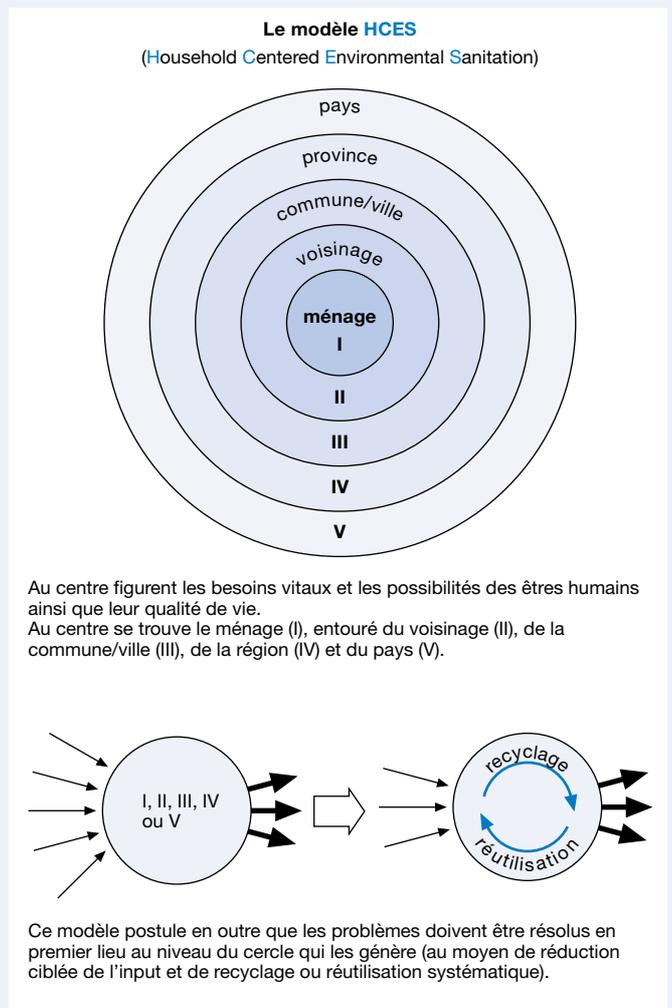


Fig. 2 Gestion intégrée des eaux urbaines et des déchets: approche systémique.

tionnelles. Les efforts de l'EAWAG se concentrent donc sur divers projets tenant compte de cette nouvelle approche en matière de gestion des eaux urbaines. La Division Génie de l'environnement se consacre dans plusieurs projets à l'étude de l'évolution de la gestion des eaux urbaines dans les pays industrialisés: les mesures prises à la source ne doivent pas mettre en péril les ressources (Larsen & Gujer, page 6), les règles décisionnelles héritées du passé doivent être repensées (Tillman, page 8), les ressources ne doivent pas être épuisées (Steiner, page 10). Même si les résultats de ces projets ne peuvent pas être directement appliqués aux pays en voie de développement, il ne faut pas les sous-estimer. Dans ces pays, il importe avant tout que spécialistes et décideurs se rendent compte d'une chose: que les pays industrialisés remettent en question leurs approches classiques en matière de gestion des eaux urbaines et qu'ils développent de nouveaux modèles. De plus, l'évolution de l'industrie des eaux

dans ces pays dépend des grandes sociétés de financement des pays industrialisés. En effet, tant que ces dernières n'auront pas fait leurs propres expériences avec de nouveaux modèles, elles se rabattront avant tout sur les méthodes classiques des pays industrialisés. Les travaux et les projets réalisés à la division de recherche «Eau et assainissement dans les pays en voie de développement SANDEC» ont un lien direct avec la problématique des pays en voie de développement. Dans le droit fil des nouveaux concepts et des nouvelles stratégies dont il est question ci-dessus, plusieurs projets sont menés en étroite collaboration avec les partenaires locaux, dont les aspects du traitement de l'eau dans les zones rurales et semi-urbaines (Wegelin, page 11), la gestion des matières fécales de latrines et de fosses (Strauss & Montangero, page 15) ainsi que la gestion des déchets dans des quartiers pauvres (Zurbrügg, page 13). Le présent numéro des EAWAG news présente

quelques-uns des projets en cours, mettant l'accent sur l'importance qu'ils revêtent pour la gestion durable des eaux urbaines et des déchets dans les pays en voie de développement.



Roland Schertenleib, ingénieur, chef de SANDEC, division de recherche «Eau et assainissement dans les pays en voie de développement» et chargé de cours à l'EPFZ.



Willi Gujer, professeur en gestion des eaux urbaines, spécialisé en bioépuration des eaux usées et réflexion holistique.

[1] WSSCC/SANDEC (1999). Household-Centred Environmental Sanitation. Report of the Hiltterfingen workshop on Environmental Sanitation in the 21st century.

Intervenir à la source, dans les ménages aussi

Intervenir à la source, voilà qui simplifierait le processus d'épuration tout en résolvant des problèmes pratiquement insolubles aujourd'hui. Mais de telles mesures ont aussi leur prix et ne sont guère concurrentielles. Le but est de trouver un système qui ait d'emblée un succès durable, aussi bien sous nos latitudes que dans les pays en voie de développement. La solution? Il faut étudier les mesures possibles à la source.

La gestion des eaux urbaines est un compromis entre l'évacuation des eaux urbaines (hygiène de l'habitat) et le traitement des eaux usées (protection des eaux). Le transport hydraulique via le système d'égout unitaire est certes commode, mais il est à l'origine de gros efforts au niveau de l'épuration à cause du mélange de différents types d'eaux usées.

Les désavantages de ce système sont multiples:

- Le mélange des eaux polluées et des eaux de pluie entraîne, par fortes pluies, le déversement d'eaux non épurées dans l'hydrosphère.
 - L'entretien des égouts est plus onéreux que la construction initiale du réseau de canalisation.
 - Les micropollutions convoyées par les eaux usées (substances médicamenteuses, composés à base de musc, etc.) constituent un nouveau danger potentiel pour la protection des eaux [1].
 - Les boues d'épuration contiennent également des composés organiques et des métaux lourds d'origine anthropique (micropollutions), de sorte que leur utilisation dans l'agriculture est de moins en moins appréciée.
 - Compte tenu de la consommation actuelle, les réserves avérées de phosphore suffiront pour ces 150 prochaines années [2]. De surcroît, les engrais phosphatés ont une teneur toujours plus élevée en métaux lourds. Il serait dès lors judicieux de récupérer le phosphore non pollué produit par les systèmes urbains. Ce n'est toutefois pas envisageable dans le système actuel.
- Pour faire progresser la gestion des eaux urbaines, il faut non seulement procéder à

l'analyse des possibilités techniques, mais aussi avoir le courage d'expérimenter. Les essais pilotes doivent permettre d'établir la faisabilité, l'acceptabilité et l'écocompatibilité de technologies nouvelles, voire non traditionnelles (voir schéma ci-contre).

Parmi les mesures possibles à la source, certaines sont déjà plus ou moins bien connues. Elles figurent sur l'axe vertical du schéma. L'échelle part du stade non-interventionniste pour arriver au stade où les ménages ne rejettent plus d'eaux usées. Cette dernière option ne sera pas traitée ici. Le système actuel (même sans infiltration des eaux de pluie) profite déjà de mesures prises à la source. Les prescriptions indiquant ce qu'on ose ou n'ose pas vider dans l'évier ou les toilettes constituent déjà une mesure efficace pour éviter à la source l'engorgement des conduites, les pollutions graves des boues d'épuration, etc.

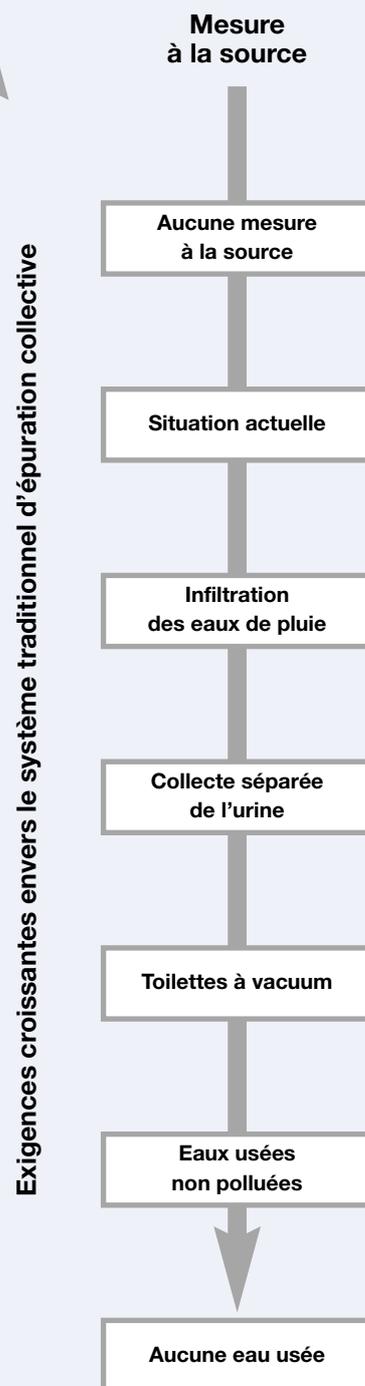


Tove A. Larsen, Ingénieur chimiste, docteur de l'Institut de génie environnemental à la Haute Ecole technique du Danemark. Depuis 1992, elle est responsable de l'assistanat en gestion des eaux urbaines à l'EPFZ. Depuis 1995, elle est chargée de cours en technique d'épuration.

Ses recherches ont pour but la gestion durable des eaux urbaines et mettent l'accent avant tout sur la reconstitution des cycles de nutriment.

Co-auteur: Willi Gujer

- [1] BUWAL (1999): Einfluss von Abwassereinleitungen aus Kläranlagen auf Fischbestände und Bachforelleneier. Mitteilungen zur Fischerei. Nr. 61.
- [2] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, Januar 1999 (<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity>).
- [3] Larsen, T.A. (1999) Cycles des nutriments dans la gestion des eaux urbaines, EAWAG news 46 F, 1999.
- [4] Lange, J. und Otterpohl, R. (1997) Abwasser: Handbuch zu einer zukunftsfähigen Wasserwirtschaft. Mail-Beton-Verlag.

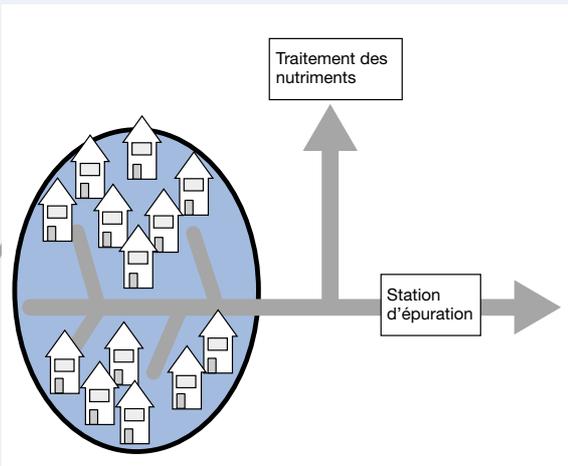


Les mesures à la source actuellement en discussion visent en général à soulager le système d'évacuation et d'épuration traditionnel. En comparant les coûts que ces mesures entraînent à la source et leur effet bénéfique au niveau de l'épuration, on peut amorcer leur évaluation respective. Ci-contre: quatre exemples de comparaisons sommairement esquissées.



A

La nouvelle loi sur la protection des eaux encourage dans toute la mesure du possible l'infiltration des eaux dites «non polluées» – essentiellement les eaux de pluie peu polluées. Cette mesure permet de réduire la pollution des cours d'eau par temps de pluie. Le cycle hydrologique est ralenti et le diamètre des canalisations peut être réduit lors des prochaines rénovations. Désavantages: l'infiltration est une mesure très onéreuse qui ne peut s'appliquer partout.



B

La collecte et le stockage séparé de l'urine, qui peut ensuite être évacuée de nuit par les conduits pour recyclage, sont des mesures qui permettraient de décharger considérablement les stations d'épuration. Dans ce cas, l'élimination des substances nutritives n'est plus nécessaire; 70 à 80% des substances pharmaceutiques et des hormones évacuées par l'organisme humain ne parviennent plus à la station d'épuration. On évite de surcroît que l'azote, le phosphore et les substances pharmaceutiques contenus dans l'urine ne soient directement diffusés dans l'environnement par temps de pluie. Les réservoirs de rétention doivent bien sûr être dimensionnés pour pouvoir «tenir» plusieurs nuits en période pluvieuse. Le recyclage des nutriments serait ainsi considérablement amélioré. Avant de pouvoir être utilisée dans l'agriculture, l'urine, qui contient beaucoup de substances pharmaceutiques, doit être prétraitée. Pour le moment, les investissements nécessaires au niveau des ménages sont considérables, avant tout parce que les installations sanitaires devraient être posées à double. Pour devenir concurrentiel, il faudrait innover au niveau des conduites (par ex. conduites jumelles). Il ne serait ni nécessaire ni judicieux de remplacer avant terme les installations sanitaires.



C

Si on recueille les eaux usées des toilettes dans un système à vacuum pour les traiter ensuite par digestion [4], on peut remplacer l'épuration des eaux par l'épuration simple des eaux sanitaires. Les nutriments résultant du métabolisme humain peuvent être ainsi recyclés de manière optimale sans être introduits dans l'hydrosphère en cas de pluie. Ici également, un traitement supplémentaire pourrait s'avérer nécessaire avant toute utilisation agricole. En plus des nouvelles installations sanitaires, il faut prévoir un nouveau système de transport par vacuum, ce qui est un désavantage majeur, surtout dans les zones déjà construites. De surcroît, l'introduction de ce nouveau système pose un problème dans la mesure où il faudrait qu'un millier de personnes au moins changent en même temps de système. Le remplacement des toilettes avant terme serait nécessaire. Ce système est concurrentiel dans les nouvelles zones constructibles, mais non dans les zones déjà construites.



D

Si les ménages ne produisent que des eaux usées non polluées (au sens de la loi sur la protection des eaux), celles-ci peuvent être évacuées avec l'eau de pluie. Cette solution radicale est encore très conjecturale, mais son avantage est de ne confier au public qu'une tâche minimale: l'évacuation des eaux usées non polluées. Techniquement, cette solution est tout à fait envisageable: par ex., le procédé d'osmose inverse permet de transformer en eau potable n'importe quelle eau usée. Cette mesure pose toutefois quelques gros problèmes: la consommation d'énergie et de place dans les ménages, l'évacuation des déchets résiduels. Des recherches sont encore nécessaires dans ce domaine.

Eau potable: évaluation des acteurs

Prévention des problèmes structurels

La distribution d'eau potable est un système déterminé, tant financièrement que techniquement, par différents acteurs. Grâce à l'analyse et à la modélisation de leur comportement et de leurs interactions, nous sommes en mesure d'évaluer l'efficacité des stratégies d'ingénierie et de gestion actuellement appliquées, ainsi que de détecter et de prévenir leurs risques potentiels.

Politiciens, distributeurs d'eau, bureaux d'ingénieurs et bien d'autres acteurs encore sont confrontés à une vaste tâche: le renouvellement des infrastructures de distribution et leur adaptation aux conditions tant actuelles que futures. Par comparaison avec la période de croissance infrastructurelle (avant 1990), on peut dire que le contexte socio-économique s'est radicalement mo-

difié. A l'époque, on pouvait compter sur une certaine stabilité. Aujourd'hui, la situation est devenue beaucoup plus réactionnelle, instable et incertaine. Il ne s'agit plus seulement de satisfaire aux besoins des consommateurs, mais surtout d'assurer la flexibilité de la distribution d'eau grâce à des méthodes de planification et de gestion mieux adaptées. En effet, la marge de ma-

noeuvre des distributeurs d'eau est aujourd'hui de plus en plus limitée, et ce, pour trois raisons: premièrement, à cause des infrastructures, en général enfouies dans le sol et donc difficilement modifiables; deuxièmement, à cause de l'influence croissante de politiciens toujours plus sceptiques, de consommateurs toujours plus critiques en matière de prix et, enfin, de la concurrence (pression résultant des privatisations); troisièmement, à cause de cette insécurité financière assez récente (par ex. résistance croissante aux relèvements pourtant nécessaires des tarifs) ou à cause de risques techniques (par ex. problèmes d'exploitation inhérents à la diminution de la consommation d'eau).

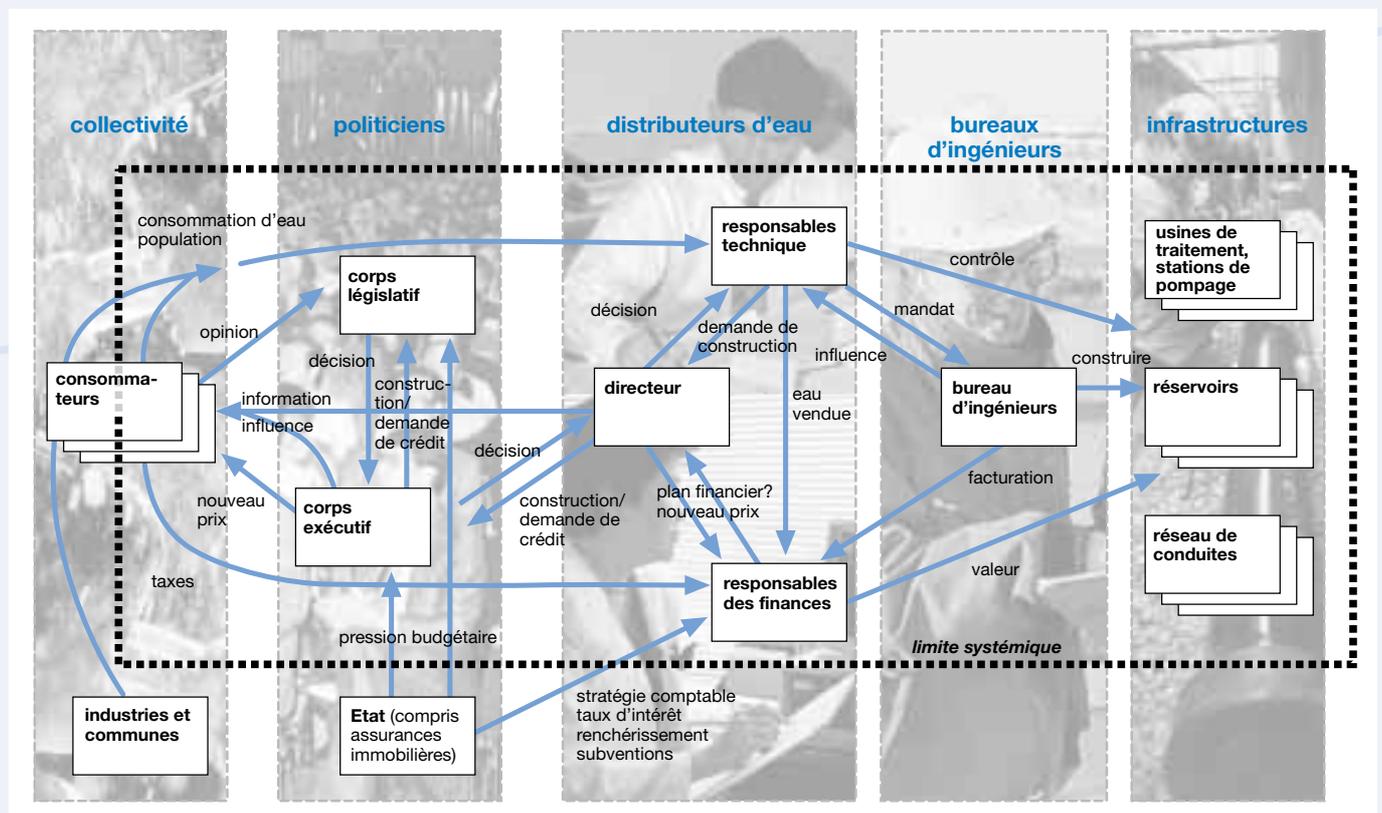


Fig. 1 Le modèle de la distribution d'eau décrit la réalité de manière simplifiée et abstraite. Les acteurs sont des représentants typiques de leur branche professionnelle. Le modèle illustre les interactions entre ces acteurs, ce qui donne au modèle une structure entièrement nouvelle. La composante infrastructurelle influence également le système parce que sa durée de vie est limitée et qu'elle doit être renouvelée. Elle figure donc comme acteur dans le modèle proposé.

Description des modes de comportement caractéristiques

Etant donné la durée de vie des infrastructures, il est absolument nécessaire de détecter les problèmes avant qu'ils ne se posent. Les acteurs de la distribution d'eau que nous avons mentionnés au début de l'article sont précisément ceux dont les différentes missions, les intérêts et les points de vue déterminent l'avenir de la distribution d'eau. Leurs actions et leurs interactions sont donc tout naturellement au centre de la présente étude [1]. A l'aide d'un modèle entièrement nouveau (fig. 1), nous voulons étudier les modes de comportement classiques de ces acteurs et leurs effets sur l'état de la distribution d'eau, tant au niveau technique que gestionnel.

Chaque acteur est caractérisé par la stratégie typique correspondant à ses objectifs, c'est-à-dire par un **mode de comportement** qui revient chaque année (règles de com-

portement). Nous distinguons d'une part les règles et stratégies issues du passé (selon lesquelles la distribution d'eau a toujours été développée durant ces dernières décennies) et, d'autre part, les règles et stratégies appliquées aujourd'hui. On peut ainsi établir toute une série de règles qui définissent le comportement de chaque acteur. Exemple: «Si la demande (plus réserve) dépasse la capacité de l'usine de production d'eau potable, **il faut** agrandir celle-ci à l'étude». La liste des stratégies et des règles est établie avec l'aide d'experts qui travaillent dans la pratique et qui examinent d'un esprit critique les règles postulées. Afin de clarifier la communication, nous avons établi un catalogue de règles grâce auquel on peut d'abord mettre sur le papier le savoir subjectif des experts avant de l'introduire dans le modèle.

Les règles appliquées par le passé peuvent ensuite être validées au moyen des indicateurs pluriannuels des distributeurs d'eau

(capacité de production, longueur totale du réseau, prix de l'eau, investissements, etc.) (fig. 2 et 3).

Il semble contradictoire de vouloir décrire une réalité complexe avec des règles simples. Toutefois, les tendances évolutives de ces dernières décennies peuvent ainsi être décrites de manière assez exacte, tant sur le plan technique que financier (validation de 1908 à 1996, voir fig. 2 et 3). On pourrait bien sûr rapprocher encore le modèle de la réalité en affinant davantage les règles, mais en l'état, ces règles simples permettent déjà de décrire les rapports essentiels.

Grâce à cet outil, on peut étudier de près les modes de comportement et les interactions des acteurs intéressés. On peut en particulier définir concrètement les effets de chaque mode de comportement. Cette possibilité doit permettre de compléter le savoir-faire technique par une meilleure connaissance des aspects socio-économiques et comportementaux, jusqu'à présent mal connus.

Scénarios d'avenir

Cette méthode permet aussi de tester des hypothèses sur les effets futurs de nouvelles stratégies et d'évaluer ainsi les réactions probables des différents acteurs en présence. A partir d'un scénario de base (maintien des règles traditionnelles, dans l'hypothèse que la consommation en baisse depuis quelques années se stabilise à nouveau), on peut simuler le développement futur de la distribution d'eau. Ce scénario sert ensuite de point de comparaison pour d'autres scénarios établis en modifiant les règles et les stratégies. La comparaison des effets simulés permet d'évaluer les règles et de suggérer des modifications concrètes.

La transformation et l'adaptation de la distribution d'eau en fonction de la situation actuelle exigent une assez grande flexibilité de tous les acteurs. Nos recherches, d'un genre assez nouveau, permettront, du moins en sommes-nous convaincus, d'établir les bases nécessaires pour y parvenir.



Donald Tillman, ingénieur en génie rural EPFZ, ingénieur en sciences de l'environnement MIT. Auparavant engagé dans l'économie privée, actuellement doctorant à la Division Génie de l'environnement de l'EAWAG.

En collaboration avec Tove A. Larsen, Claudia Pahl-Wostl et Willi Gujer

[1] Tillman, D., Larsen, T.A., Pahl-Wostl, C. and Gujer, W. (1999). Modeling the actors in water supply systems. Wat. Sci. Tech. 39: 4, 203-211.

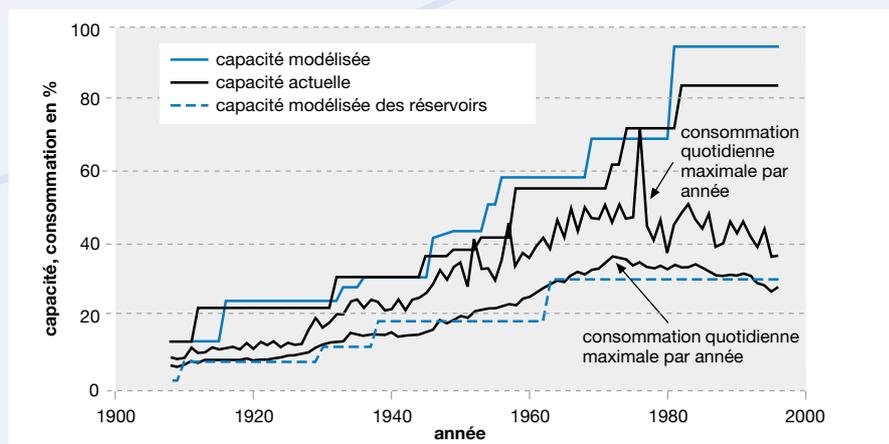


Fig. 2 Développement observé et développement modélisé de la distribution d'eau (capacité de fourniture). Entre 1908 et 1996, les deux courbes ne sont certes pas identiques, mais elles indiquent la même tendance. L'évolution de la consommation maximale et de la consommation moyenne servent d'input pour le modèle.

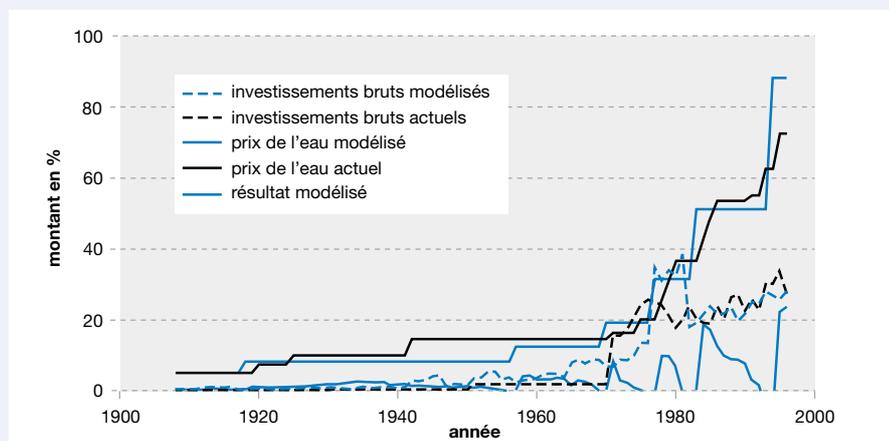


Fig. 3 Développement observé et développement réel des investissements bruts ainsi que du prix de l'eau. Validation de 1908 à 1996. Les investissements modélisés sont un peu en retard sur la réalité, mais présentent un profil identique aux investissements observés.

Eaux de toiture: métaux lourds indésirables

Lorsque les eaux de toiture sont évacuées par infiltration, les métaux lourds qu'elles convoient (avant tout cuivre, zinc, plomb et cadmium) s'accumulent dans la couche d'infiltration et éventuellement dans les eaux souterraines. En attendant que des mesures à la source permettent de diminuer cette charge en métaux lourds, les installations d'infiltration doivent être conçues de manière à retenir les métaux lourds.

La nouvelle loi sur la protection des eaux encourage l'infiltration des eaux de pluie provenant notamment des toitures. Outre de nombreux avantages, cette méthode présente aussi des désavantages.

Les eaux de toiture sont chargées de métaux lourds (cuivre, zinc, plomb et cadmium). Selon le procédé d'infiltration, ces métaux parviennent de manière différente dans l'environnement. Si l'infiltration intervient en surface (cuvette, bassin), les métaux lourds s'accumulent dans la couche de terre végétale, de sorte que les concentrations de métaux lourds dépassent après quelques années déjà les valeurs recommandées pour les sols sans couverture végétale. Si l'infiltration intervient en profondeur (puits, tranchées), les métaux lourds s'accumulent de manière plus diffuse dans le massif d'infiltration et peuvent parvenir dans la nappe phréatique lorsque le sous-sol est perméable. Il y a donc lieu de se

demander comment maîtriser le problème des métaux lourds présents dans les eaux de toiture.

Stratégie

De toute évidence, le problème sera résolu lorsqu'il n'y aura plus de métaux lourds dans les eaux de toiture. Il s'agit donc de prendre des mesures à la source dans le but d'éliminer ces substances problématiques à plus ou moins long terme. D'une part, la qualité de l'air s'améliore avec la réduction des émissions. D'autre part, on pourrait remplacer les tôles de cuivre et de zinc pour la ferblanterie extérieure. Mais il s'agit là d'objectifs à long terme. En attendant que ces mesures produisent leurs effets, il faut trouver des solutions pour maîtriser l'accumulation spatio-temporelle des métaux lourds dans les ouvrages d'infiltration. Lorsque le massif d'infiltration est saturé, il faut encore s'assurer qu'il soit correctement

évacué ou traité. L'établissement d'un cadastre des ouvrages d'infiltration s'avère indispensable.

Contrôle de la charge en métaux lourds

Nous cherchons des matériaux pouvant servir de couche d'adsorption dans les ouvrages d'infiltration (fig. 1, tab. 1). La fraction dissoute des métaux lourds pouvant dépasser les 50%, ces matériaux doivent impérativement avoir d'excellentes propriétés adsorptives, une affinité élevée et une grande capacité d'adsorption. Du point de vue hydraulique, la conductivilité doit être suffisamment élevée et la stabilité structurelle doit être garantie à long terme. Après examen de la littérature consacrée à cette question, on peut dire qu'il existe des substances, mais qu'elles satisfont seulement en partie aux exigences posées. L'hydroxyde de fer, le zéolithe et le charbon actif se sont avérés très efficaces. Toutefois, aucun essai en conditions réelles n'a été réalisé jusqu'ici. Il faut donc tester ces matériaux à l'aide d'essais.

Essais

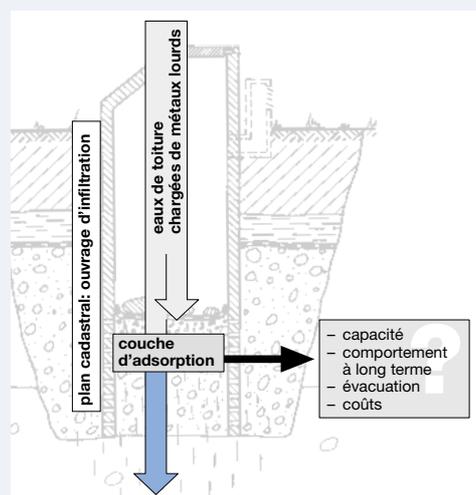
Des essais discontinus à l'aide d'une batterie de colonnes d'observation (fig. 2) permettront de mieux comprendre le fonctionnement des différents massifs d'infiltration. Nous nous intéressons tout spécialement à la capacité d'adsorption pour faibles concentrations de métaux lourds,

suite à la page 10 (en bas)



Michele Steiner, Ingénieur en sciences de l'environnement, ancien doctorant de la Division Génie de l'environnement à l'EAWAG.

Co-auteur: Markus Boller



essai	matériaux	rétenion
1	à base de Ca	78,0%
2	à base de Ca et de Fe	99,4%
3	à base de SiO ₂	70,0%
4	à base de Fe	90,0%

Tab. 1
Degré d'élimination des différents matériaux d'adsorption.
Les premiers résultats obtenus grâce aux essais effectués avec quatre matériaux d'adsorption différents mettent en évidence la capacité de rétention élevée des matériaux contenant de l'oxyde de fer. A titre d'exemple, le tableau ci-dessus indique les taux de rétention pour des eaux de toiture ayant une teneur en cuivre de 300 µg Cu/l.

Fig. 1
Localisation de la couche d'adsorption dans l'ordonnancement d'un puits d'infiltration.

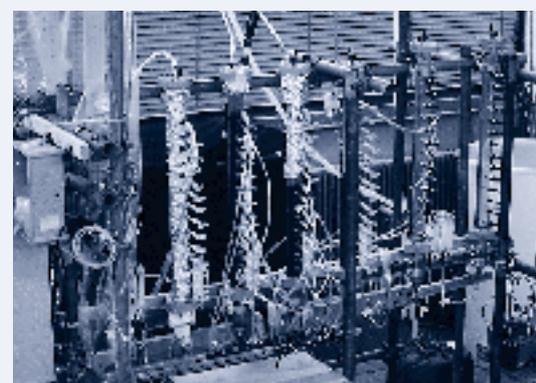


Fig. 2
Batterie de colonnes d'observation servant à l'étude des matériaux d'adsorption pour le traitement des eaux de toiture. L'installation comporte 7 colonnes indépendantes et se trouve à la station d'essais de l'EAWAG à Tüfienwies.

Traitement de l'eau, aussi au niveau des ménages

Dans les pays en voie de développement, l'eau potable représente un risque d'infection possible, qu'il s'agisse d'eau courante ou d'eau de source peu fiable. La distribution d'eau publique est insuffisante dans bien des cas, voire pratiquement inexistante dans les régions rurales. De ce fait, les ménages en sont réduits à acheter de l'eau potable ou à traiter leur eau eux-mêmes.

Selon les statistiques de l'OMS pour l'année 1994, près de 800 millions d'habitants en milieu rural et 300 millions d'habitants en milieu urbain n'ont pas accès à un approvisionnement suffisant en eau potable [1]. Malheureusement, ces statistiques ne tiennent compte que de la quantité d'eau (plus de 15 à 20 litres par personne et par jour) et de la disponibilité de l'eau (distance de transport entre 50 et 1000 mètres). Elles n'indiquent pas combien d'habitants ne disposent que d'eau de qualité insuffisante. Dans les faits, les milieux aisés de la population urbaine s'approvisionnent en eau minérale embouteillée ou tentent d'utiliser des installations de traitement domestiques. Quant à la population moins favorisée, il leur est recommandé de bouillir l'eau. Mais cette recommandation est à peine applicable dans la mesure où le bois à brûler et l'énergie manquent cruellement. Il faut donc promouvoir de toute urgence la production individuelle d'eau potable. Les procédés à développer doivent être bon marché, faciles à utiliser et autonomes, car ils doivent être financièrement abordables pour les ménages vivant à la limite du minimum vital. Telles sont les conditions à remplir si on veut parvenir à une solution acceptable à long terme.

Désinfection solaire de l'eau

L'effet bactéricide des rayons solaires est bien connu, mais jusqu'à présent, il n'a guère été utilisé de manière ciblée pour le traitement de l'eau. Dans le cadre d'un vaste programme d'essais expérimentaux et d'essais pratiques, cofinancé par la Direction du développement et de la coopération (DDC), l'EAWAG a développé et diffusé ces dernières années une méthode de

désinfection solaire de l'eau. Ce procédé est connu sous le nom de SODIS: SOLar Water DISinfection. Le procédé SODIS utilise l'effet bactéricide de l'énergie solaire à la fois sous forme de chaleur et de rayons UV-A. L'application la plus simple du procédé SODIS consiste à remplir avec de l'eau contaminée des bouteilles en plastique semi-noircies et à les exposer environ 5 heures au soleil. L'eau s'échauffe en général à plus de 50 °C, ce qui tue les bactéries et les virus. Les concentrations de coliformes fécaux baissent de 4 à 5 puissances décimales. Ce procédé permet également d'inactiver de manière efficace l'agent pathogène du choléra (*Vibrio cholerae*), comme l'ont mis en évidence des essais réalisés sur le terrain.

Le procédé SODIS répond aux exigences définies plus haut pour un traitement simple de l'eau: les bouteilles en plastique sont

largement répandues et constituent un déchet de la société de consommation. Elles peuvent servir non seulement au traitement de l'eau, mais aussi à son transport et à sa conservation. De plus, l'énergie nécessaire est fournie gratuitement par le soleil. Le procédé SODIS semble donc promis à un bel avenir – mais le succès se fait attendre: le procédé est tellement simple qu'il paraît suspect. Des générations entières ayant appris à bouillir l'eau, il est difficile de changer d'un coup les habitudes. Souvent, les bouteilles en plastique ne sont pas disponibles en nombre suffisant. En conséquence, l'EAWAG a l'intention d'encourager la diffusion d'informations pratiques et la mise sur pied de réseaux nationaux SODIS.

Le problème de l'arsenic au Bangladesh

Par le passé, la population de la plaine alluviale du Bangladesh prélevait l'eau potable des étangs, ce qui l'exposait fortement aux maladies diarrhéiques. Sur le conseil d'experts en la matière, de vastes programmes ont été mis sur pied ces vingt dernières années pour la construction de puits permettant de pomper les eaux souterraines. Aujourd'hui, 95% de la population du Ban-

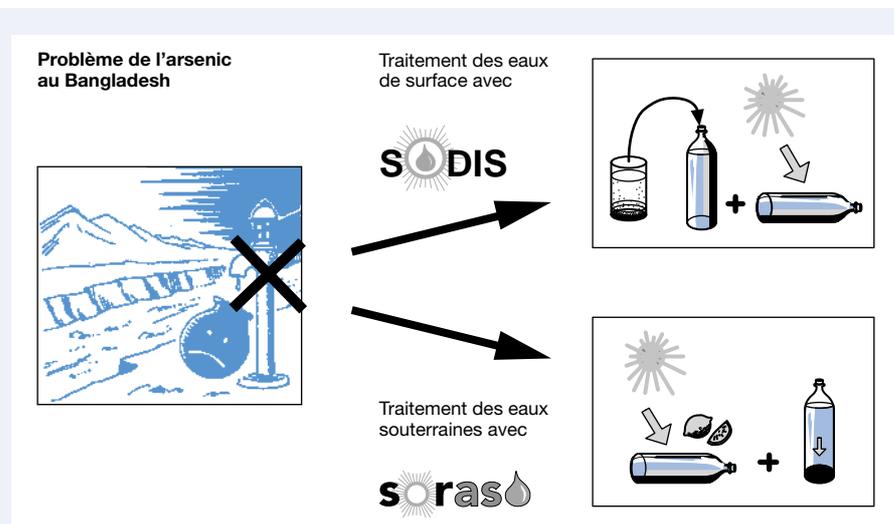


Fig. 1 Options pour le traitement individuel de l'eau au Bangladesh.

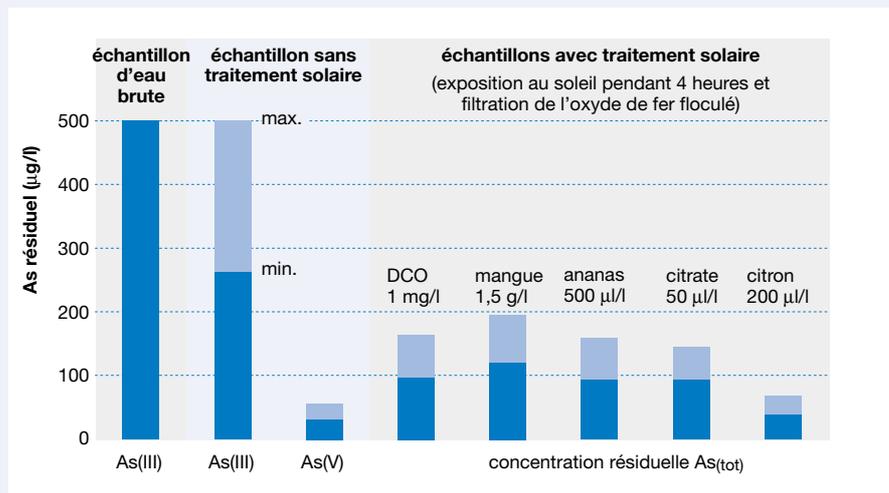


Fig. 2 Réduction de l'arsenic grâce au procédé SORAS (avec différents catalyseurs).

gladesh est approvisionnée en eau souterraine et les infections dues aux maladies diarrhéiques ont diminué de moitié. Depuis quatre ans toutefois, des intoxications à l'arsenic toujours plus nombreuses ont été diagnostiquées parmi la population. On a alors constaté avec stupeur que l'eau souterraine contient de l'arsenic en concentrations parfois élevées. Cet arsenic provient en majeure partie des sédiments fluviaux riches en pyrite de fer, et parvient dans les eaux souterraines lors de conditions anaérobies. Les organisations tant internationales que nationales sont maintenant en train d'évaluer l'ampleur de la catastrophe, d'informer la population touchée avant tout dans les régions rurales, et de chercher une solution au problème de l'arsenic. Selon les premières estimations, 50 à 80 millions de personnes sont exposées à des concentrations élevées d'arsenic. Selon les prévisions de l'OMS, un décès sur dix sera imputable à l'arsenic d'ici quelques années [2].

suite de la page 10

Eaux de toiture: métaux lourds indésirables

l'influence des agents complexants, les phénomènes concurrents d'adsorption superficielle ainsi que la modification des rapports pH et rédox.

Afin d'identifier et de vérifier les processus et les paramètres fondamentaux, nous travaillons aussi bien avec des eaux de toiture qu'avec des solutions synthétisées. Les données ainsi obtenues doivent permettre de déterminer la capacité de rétention et la durée de vie des couches d'adsorption dans diverses conditions d'exploitation.

On pourrait résoudre le problème en reprenant l'eau des étangs polluée par les déjections fécales, et en traitant cette eau selon le procédé SODIS. Dans le cadre d'un grand projet de démonstration auquel participent 16 ONG locales, la DDC étudie actuellement l'efficacité du procédé SODIS et sa réception auprès du public. Les premiers résultats laissent toutefois supposer qu'en dépit de l'arsenic, la population préfère l'eau limpide du sous-sol à l'eau trouble des étangs. Par ailleurs, les effets sur la santé sont différents: la consommation d'eau polluée par les déjections fécales entraîne souvent des diarrhées aiguës, tandis que l'intoxication à l'arsenic met 5 à 15 ans pour se déclarer. L'EAWAG s'est donné pour objectif de développer une méthode simple pour séparer l'arsenic présent dans l'eau potable. Le procédé en question repose sur deux principes: la photooxydation pour la désinfection et la sédimentation pour la séparation de l'arsenic. Encore au stade expérimental, il a été baptisé SORAS (Solar Oxidation and Removal of ArSenic). Sa mise au point est largement financée par la DDC. Le procédé SORAS fonctionne également avec des bouteilles en plastique et est complémentaire au procédé SODIS. Afin de favoriser la photooxydation, on ajoute quelques gouttes de jus de citron à l'eau souterraine contenant de l'arsenic. Selon les premiers essais in situ, le procédé SORAS permet de réduire la concentration d'arsenic de 50 à 70%. La population du Bangladesh bénéficierait dès lors d'une espérance de vie nettement prolongée.

Au secours des plus démunis

A l'avenir également, le développement d'infrastructure de distribution d'eau publique ne pourra guère suivre la croissance

démographique des pays en voie de développement. Le nombre d'habitants ne disposant pas d'un approvisionnement convenable en eau potable augmentera forcément. Pour les populations touchées, il n'y a qu'une solution: compter sur soi-même. Cette évidence peut néanmoins être le début d'une nouvelle stratégie économique pour un approvisionnement durable en eau dans les pays du tiers monde. Le problème de l'eau potable doit être résolu par l'unité organisationnelle la plus petite possible. Du point de vue économique, il est peu judicieux de produire d'énormes quantités d'eau dont seule une petite partie est consommée comme eau de boisson (à moins qu'elle ne soit remplacée par de l'eau minérale). Selon les ressources financières disponibles, l'approvisionnement et la distribution de l'eau pourraient incomber à la collectivité, alors que le traitement de l'eau pourrait s'effectuer au niveau des ménages. La mise en place de nouvelles stratégies pour l'approvisionnement en eau ne va pas sans nouvelles technologies. C'est ici que les procédés SODIS et SORAS peuvent se rendre utiles.



Martin Wegelin, chef du programme traitement de l'eau, Division Eau et assainissement dans les pays en développement (SANDEC) à l'EAWAG.

En collaboration avec Stefan Hug, Markus Boller, Daniel Gechter et Swen Vermeul

[1] WHO et al (1996), Water Supply and Sanitation Sector Monitoring Report, WHO/EOS/96.15

[2] Lepkowski W., Arsenic Crisis in Bangladesh, Chemical and Engineering News, November 1998

Gestion des déchets dans les quartiers défavorisés

Dans les pays en voie de développement, la croissance urbaine est souvent galopante. Or, la plupart des autorités ne sont pas en mesure d'instaurer une gestion satisfaisante des déchets. Dans la plupart des quartiers périphériques, là où la population la plus pauvre se concentre, la collecte des déchets est même inexistante.

Dans les pays en voie de développement, les ordures ménagères sont en général jetées à la rue, aux égouts, dans les cours d'eau, ou sont brûlées sur place. Outre l'impact esthétique sur le milieu urbain, la fumée et les odeurs pestilentielles, cette accumulation de déchets favorise la propagation des maladies infectieuses et entraîne une pollution généralisée de l'hydrosphère, de l'atmosphère et de la pédosphère.

Une partie des activités de recherche de SANDEC porte sur l'étude de nouvelles approches pour la collecte et le recyclage des déchets au niveau du quartier. Après analyse des systèmes existants, il s'est avéré que certaines conditions devraient être satisfaites pour que de tels systèmes de quartier fonctionnent à long terme [1]. Il s'agit des conditions suivantes:

- Information et motivation de la population,
- Choix de techniques simples et peu coûteuses,
- Coordination avec le service communal supérieur de voirie,
- Développement d'une structure organisationnelle et financière claire.

Ces points sont précisés ci-après.

Participation

En général, les habitants en savent trop peu en matière de gestion des déchets. Sur la liste des priorités, la gestion des déchets figure souvent bien après l'approvisionnement en eau ou la gestion des eaux usées et des matières fécales. Encourager la participation signifie surtout **sensibiliser les gens** en les informant, en les instruisant et en leur fournissant les moyens techniques de mettre en place des modèles d'amélioration. Les campagnes d'information doivent tenir compte du contexte socioculturel, c'est-à-dire de l'arrière-plan culturel, religieux et linguistique. Les campagnes d'in-

formation qui s'adressent aux femmes ou aux hommes sont elles aussi essentielles; dans le monde islamique par exemple, les hommes sont certes les chefs de famille (surtout vis-à-vis de l'extérieur), mais les femmes jouent un rôle central précisément en ce qui concerne le ménage et l'hygiène.

Techniques adaptées

Le choix des techniques, surtout des véhicules de ramassage, doit être adapté aux conditions locales ainsi qu'à la situation financière des habitants concernés. Dans les quartiers défavorisés, les voies d'accès sont souvent étroites et en très mauvais état. Du point de vue de l'exploitation et de l'entretien ainsi que compte tenu des moyens financiers limités, les charrettes de fabrication locale constituent souvent une bonne solution. Comme les pays en voie de développement se caractérisent précisément par des coûts de main-d'oeuvre

souvent inférieurs aux autres coûts d'exploitation, il faut viser des approches de recyclage (par ex. compostage) qui mettent l'accent plutôt sur le travail manuel que sur les équipements techniques et les machines.

Coordination avec le service supérieur de voirie

Les stations de transfert entre collecte de quartier et collecte communale constituent des interfaces critiques. Il s'agit ici d'assurer non seulement la gestion technique appropriée de ces stations de transfert, mais aussi et surtout la bonne coordination entre les acteurs.

Structure organisationnelle et financière

Une structure organisationnelle claire doit coordonner au mieux les rôles des différents acteurs. La structure financière, par taxes, doit être simple et surtout transparente. L'expérience a montré que les petites et moyennes entreprises (PME) et les coopératives de services sont la forme la plus appropriée pour gérer les déchets au niveau du quartier. Leur avantage par rapport aux

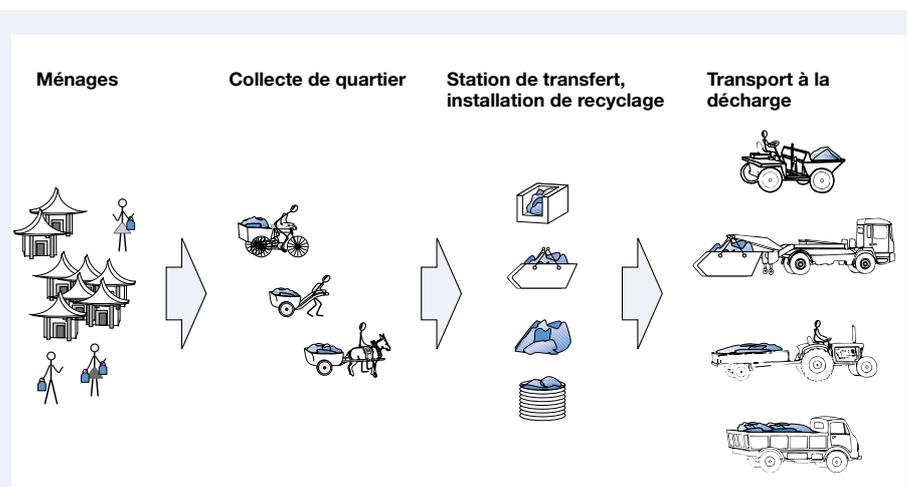


Fig. 1
Modèle d'un moyen durable de collecte des déchets, avec recyclage. La collecte de quartier englobe les véhicules de ramassage, une station de transfert ou installation de recyclage, puis l'interface critique à l'échelon suivant et le transport subséquent.



Fig. 2
Collecte des déchets à l'aide d'une brouette dans un quartier défavorisé à Karachi, Pakistan. Les techniques s'adaptent aux conditions locales et à la situation financière des habitants concernés.

organisations de quartier gérées par «volontariat» consiste principalement dans leur approche économique.

Collecte et recyclage des déchets

La mise en place de tels modèles de collecte a fait l'objet d'un projet pilote mené dans un quartier défavorisé de Karachi (Pakistan). Soutenu financièrement par la Direction du développement et de la coopération (DDC), le projet a été mené en étroite collaboration avec l'organisation locale «Association for Protection of the Environment». Le projet a débuté par des campagnes d'informations générales sur les questions d'hygiène de l'habitat et des déchets. Ainsi motivée à améliorer la situation existante, la population a alors mis en place un système de collecte (fig. 2).

Toutefois, la gestion des déchets au niveau du quartier englobe bien plus que la seule collecte. La réduction du volume de «transfert des déchets» à la collecte communale, par ex. par le recyclage, favorise à la fois l'autonomie des quartiers et la durabilité des systèmes. Contrairement aux pays industrialisés, le **recyclage** dans les pays en voie de développement bénéficie en général d'un secteur informel bien formé. Mais là aussi, la situation peut encore être améliorée, notamment en ce qui concerne le traitement et le recyclage biologique de la part organique, laquelle représente souvent plus de la moitié des déchets dans les pays en voie de développement. Le traitement décentralisé des déchets au niveau du quartier permet de réduire considérablement les frais de transport et de mise à la décharge. A cela s'ajoute le bénéfice éco-

logique; en effet, le recyclage de la matière organique permet de contribuer au cycle des éléments nutritifs au titre d'une gestion durable des ressources: la boucle est ainsi bouclée.



Chris Zurbrugg, géologue, à l'EAWAG/SANDEC depuis 1998, s'occupe des questions relatives à la gestion des déchets dans les pays en voie de développement.

[1] Pfammatter R. und Schertenleib R. (1996). Non-Governmental Refuse Collection in Low-Income Urban Areas. Lessons Learned from Selected Schemes in Asia, Africa and Latin America. SANDEC Report No. 1/96, 70 pp. Water and Sanitation in Developing Countries EAWAG/SANDEC, Duebendorf, Switzerland.

Citoyennes et citoyens discutent de l'activité de l'EAWAG

La Fondation «Science et Cité» encourage la confrontation constructive entre la société et la communauté scientifique.

Elle a pour objectif de créer une nouvelle culture de la communication en promouvant de nouvelles formes de dialogue et d'échange entre la société et les milieux scientifiques à titre équivalent. Une «table ronde» sera notamment constituée comme plate-forme de discussion entre citoyennes et citoyens et représentants d'institutions scientifiques.

L'EAWAG s'est déjà déclaré prêt à participer à ce projet pilote. La table ronde est

composée paritairement d'une dizaine de citoyennes et citoyens et de délégués de l'EAWAG. Elle sera menée par un animateur et prendra place deux à trois fois par an.

Dans les séances, les scientifiques présenteront leurs activités, esquisseront les objectifs futurs et parleront du déroulement des projets en cours. De la confrontation avec les citoyennes et citoyens surgiront perception, craintes et attentes respectives. Ce projet vise à encourager la compréhension

mutuelle et à développer de nouveaux critères d'évaluation. Les résultats serviront à formuler et à réaliser des projets de recherche.

La première rencontre a eu lieu les 4 et 5 février 2000. L'évaluation du projet pilote aura lieu à l'Institut de philosophie scientifique et d'épistémologie de l'EPFZ. L'EAWAG attend de cette table ronde une réflexion critique sur ses activités et ses projets. Nous sommes impatients de voir comment le projet évoluera et quels résultats en sortiront. La suite au prochain numéro!

Ueli Bundi

Où les villes n'ont pas d'égouts

Dans les villes des pays en voie de développement (PVD), les excréta ne sont pas évacués comme chez nous par le réseau d'égouts. Ceux-ci sont stockés dans les fosses des latrines ou des fosses septiques avant d'être pompés et transportés. Les techniques visant à traiter de manière économique et durable les boues ainsi collectées font encore largement défaut. La Division Eau et assainissement dans les pays en développement (SANDEC) de l'EAWAG développe des techniques propres à résoudre ces problèmes en partenariat avec les PVD.

Contrairement à l'épuration des eaux usées, l'évacuation des boues de vidange (BV) a jusqu'ici été largement négligée dans les villes des PVD. Les boues parviennent de manière non contrôlée et généralement non traitées dans les eaux, sur des terrains vagues ou dans l'agriculture. Ceci est étonnant étant donné que 65 à 100% des habitants des villes d'Afrique et d'Asie et 20 à 50% de ceux d'Amérique du Sud utilisent des systèmes d'élimination qui ne sont pas raccordés à un réseau d'égouts. Les mégapoles telles que Bangkok, Manille ou Djakarta par ex. produisent chaque jour jusqu'à 3000 m³ de BV (soit 50 wagons-citernes!). L'évacuation hygiénique et écologique, respectivement le traitement et l'utilisation des boues à des fins agricoles posent un problème quasi insoluble aux autorités urbaines, aux entreprises privées et aux utilisateurs finaux [1]. La mise au point de méthodes de traitement appropriées est un des instruments permettant de résoudre ce problème.

Boues de vidange: un défi

Conformément au modèle de gestion de l'assainissement urbain centré sur les ménages (voir article thématique, fig. 2), le traitement des BV incombe – selon le degré de décentralisation – soit aux organisations de quartier, soit aux autorités urbaines. Dans ce cadre, tant les petites que les grandes entreprises privées peuvent également jouer un rôle important. La recherche de solutions institutionnelles et organisationnelles appropriées représente un défi aussi important que le développement de

procédés et de technologies de traitement durables.

Les propriétés des boues de vidange sont très variables. Le type de système d'évacuation, la méthode de vidange et le fait que les eaux souterraines s'infiltrent parfois dans les fosses sont les causes de ces variations spatiales et temporelles. Les caractéristiques des boues de vidange sont très différentes de celles des eaux usées (tab. 1, [2]).

Dans la plupart des cas, pour des raisons économiques et institutionnelles, seules des

technologies non ou peu mécanisées – dites à faibles coûts – sont appropriées pour le traitement des boues de vidange dans les pays en développement. Un procédé de traitement approprié doit avoir un besoin d'énergie minimal et ne doit pas nécessiter l'utilisation de produits chimiques. Ces conditions ont pour conséquence que la surface de terrain requise pour le traitement des boues de vidange est relativement grande. La fig. 1 montre quels procédés ou combinaisons de procédés sont jugés appropriés pour les pays en développement (mis à part les zones centrales des grandes villes) [2].

Pour des raisons économiques, il n'est en général pas possible de créer un système de traitement des boues de vidange dans les PVD qui permettrait que les directives relatives à la qualité des effluents comparables à celles en vigueur en Suisse ou en Europe soient respectées. Le recours à des procédés et à des technologies permettant d'atteindre des performances d'épuration de 75–80% de manière fiable constituerait déjà un grand progrès. Le gain pour l'environnement et la santé publique serait considérable par rapport au statu quo, en dépit de concentrations relativement élevées dans les effluents. Une autre raison pour laquelle les PVD ne devraient pas reprendre aveuglément les directives en vigueur dans les pays industrialisés réside dans les objectifs en partie différents du traitement des boues de vidange et des eaux usées: dans les pays industrialisés, le traitement des eaux usées sert principalement à la protec-

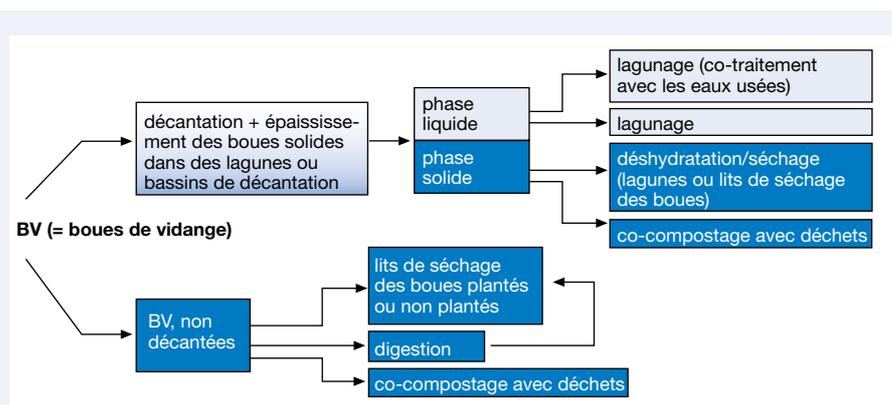


Fig. 1 Options spécifiques de traitement des boues de vidange (BV) dans les pays en voie de développement.

		boues d vidange	eaux usées communales (tropicales)
matière sèche	mg/l	12 000–50 000	<10 000
MS org.	%	60–75	–
DCO	mg/l	7000–50 000	500–2500
NH ₄ -N	mg/l	500–3000	30–70
oeufs de vers parasites	par l	4000–50 000	500

Tab. 1 Boues de vidange et eaux usées en comparaison.



Transport des boues de vidange, Accra, Ghana. (Photo M. Strauss)

tion des eaux (réduction des substances oxydoréductrices et des substances nutritives). Dans les PVD en revanche, le traitement des eaux usées et des boues de vidange doit souvent être orienté vers la possibilité de l'utilisation agricole. Les critères d'hygiène tels que la concentration des oeufs de vers parasites sont alors fondamentaux.

Questions relatives aux techniques, à la planification et à l'économie

Depuis 1994, les partenaires scientifiques en Argentine, au Ghana et en Thaïlande élaborent conjointement avec SANDEC des options choisies de traitement pour les boues de vidange (séparation des phases

solide/liquide, lagunage anaérobie et aérobie, humification des boues, co-compostage des BV et des ordures ménagères organiques). Les fig. 2 et 3 présentent deux des procédés choisis – humification des boues dans des lits de séchage plantés et co-compostage – sous forme de schéma, et énumèrent les avantages et les désavantages du point de vue des PVD.

Outre la recherche et le développement de techniques de traitement, il s'agit à l'avenir de répondre davantage aux questions relatives à la planification et à l'économie, dont notamment:

- les bilans des matières des procédés de traitement des BV,
- les flux de matières pour les substances organiques et nutritives dans les échanges entre la ville et l'agriculture (péri-)urbaine,
- la commercialisation du produit du traitement des BV comme engrais et amendement du sol pour l'agriculture (péri-)urbaine,
- les aspects économique-institutionnels de l'évacuation et de l'utilisation des boues de vidange.

Il s'agit d'élaborer des instruments qui servent à la pratique, c'est-à-dire aux ingénieurs (surtout du point de vue des techniques de traitement), aux concepteurs et aux décideurs dans les pays en voie de développement, mais aussi à tous ceux qui travaillent dans les pays industrialisés dans le domaine de l'hygiène de l'habitat urbain dans les PVD.



Martin Strauss, ingénieur en génie rural, après plusieurs années dans la coopération au développement, travaille depuis 1982 à l'EAWAG/SANDEC dans le domaine de l'hygiène de l'habitat dans les pays en voie de développement. Il s'occupe notamment des questions relatives au traitement et à la réutilisation des boues de vidange et des eaux usées.



Agnès Montangero, ingénieur en génie de l'environnement, travaille dans le domaine du traitement des boues de vidange dans les pays en développement, SANDEC.

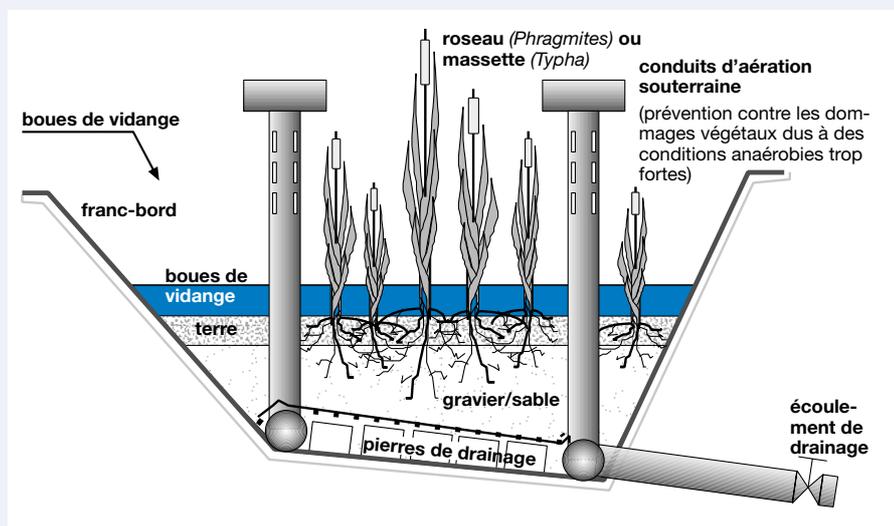


Fig. 2
Humification des boues de vidange dans des lits de séchage plantés (schéma)
+ entretien minimal, les boues déshydratées ne devant être évacuées qu'après plusieurs années
+ stabilisation et déshydratation des boues combinées en un seul processus de traitement
– requiert une gestion de l'eau soignée pour maintenir la croissance des roseaux
– ne permet pas la remise régulière des boues traitées à l'agriculture
– processus nécessitant éventuellement un traitement ultérieur du percolat
± convient dans un climat tropical humide, convient moins dans un climat aride

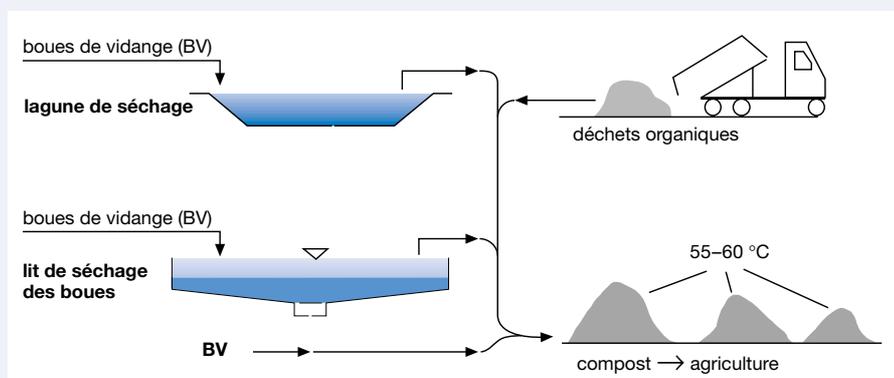


Fig. 3
Co-compostage (schéma)
+ stabilisation et hygiénisation en un seul processus
+ permet la remise régulière des boues traitées ou de compost à l'agriculture
+ quantité d'eau de drainage inférieure en comparaison avec les lits de séchage plantés
+ convient à toutes les zones climatiques
– requiert une gestion soignée (rapport BV/déchets, aération naturelle ou mécanisée des andains de compostage, etc.)

- [1] Strauss, M., Heiness, U., Montangero, A. (1999). «On-Site Sanitation: When the Pits are Full – Planning for Resource Protection and Faecal Sludge Management». Water Research & Technology, im Druck.
- [2] Heiness, U., Larmie, S.A., Strauss, M. (1998). Solids Separation and Pond Systems for the Treatment of Faecal Sludges in the Tropics – Lessons Learnt and Recommendations for Preliminary Design, EAWAG/SANDEC, Report No. 05/98.
- [3] Kootatet, Th., Polprasert, C., Oanh, N.T.K. (1999). «Preliminary Guidelines for Design and Operation of Constructed Wetlands Treating Septage». Proceedings, AIT/SANDEC Seminar on Septage Treatment, Bangkok, March. Im Druck.

La gestion des eaux urbaines a besoin de nouvelles approches

Professeur à l'Institut de l'économie des eaux de l'Université de Karlsruhe (D), Herrmann H. Hahn s'occupe également de nombreux étudiants étrangers. Nous nous sommes entretenus avec lui des développements à venir dans son domaine de prédilection.

EAWAG news*: Dans l'article thématique de ce numéro, R. Schertenleib et W. Gujer sont d'avis que le système traditionnel de la gestion des eaux urbaines n'est pas durable à long terme et qu'il faudrait donc élaborer de nouveaux modèles et de nouvelles approches de solution dans les pays industrialisés (PI) comme dans les pays en voie de développement (PVD). Etes-vous également de cet avis?

H. Hahn: Oui, je partage entièrement cet avis. Les solutions actuellement appliquées par les PI sont nées à une époque où il fallait approvisionner nettement moins d'habitants. Depuis lors, ces solutions ont certes été adaptées au fur et à mesure que la situation évoluait, mais elles n'ont pas été fondamentalement modifiées. Aujourd'hui, on peut dire que ces solutions traditionnelles ne sont pas durables stricto sensu.



Hahn a été sensibilisé aux problèmes des pays en voie de développement par le biais d'étudiants provenant de ces pays. Il a alors mis au point ses propres projets avec des collègues en Egypte, au Burundi, au Maroc et en Thaïlande et s'est ainsi familiarisé avec les problèmes et la situation des pays en voie de développement. Aujourd'hui, il est en train de nouer des contacts avec l'Inde et le Brésil.

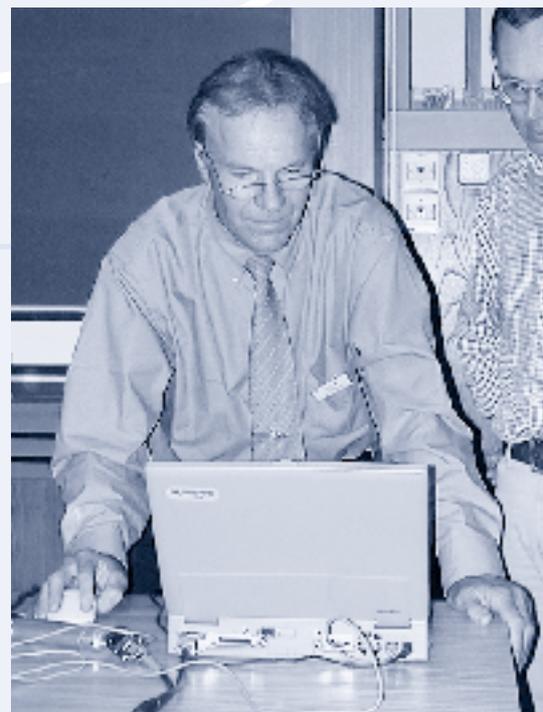
Pour des raisons financières, climatiques ou structurelles, elles ne peuvent pas non plus servir d'exemple pour les PVD. A l'avenir, il faudra donc agir de manière systémique. Il s'agit de soupeser l'investissement et l'impact de chacune des mesures prises en matière d'approvisionnement et de vacuation, en considérant le cycle naturel de l'eau dans sa globalité. Par ailleurs, il faudra également intégrer une réflexion spatio-temporelle.

En quoi le modèle classique est-il déficitaire du point de vue de la durabilité?

Le plus difficile consiste à modifier le comportement des acteurs sans qu'ils en soient récompensés. Voilà pourquoi nous avons besoin de nouveaux modèles en terme de planification, de réalisation et d'exploitation des infrastructures. Nous devons coopérer, car la protection des eaux, qui est certes juste, a son prix. Des structures motivées et soutenues en tout ou en partie par des initiatives privées promettent une réalisation rapide, voire bon marché. Nous ne pensons pas forcément à une privatisation à grande échelle, c'est-à-dire en confiant à de grandes sociétés industrielles le soin d'assurer l'approvisionnement et la vacuation des eaux urbaines. Nous pensons plutôt à une privatisation à petite échelle, fondée sur l'initiative privée ou individuelle, surtout dans les PVD. Il en résulterait des approches totalement neuves en matière de planification, de construction et d'exploitation de telles infrastructures.

Quels sont les avantages de la privatisation?

A mon avis, la privatisation atteindrait deux objectifs: d'une part, l'apport de capitaux privés (et non seulement de capitaux industriels) et, d'autre part, l'initiative de privés (surtout dans le secteur des arts et métiers



Le professeur Hahn, un des anciens doctorants du professeur Stumm à l'Université de Harvard et l'un des spécialistes les plus renommés en matière de gestion des eaux urbaines, parle de la formation continue en matière environnementale pour les ingénieurs («EEE, Environmental Engineering Education, as part of Social Sciences Curricula») lors du congrès IAWQ du 22 au 24.8.99 à l'EAWAG.
Contact: Hermann.Hahn@bau-verm.uni-karlsruhe.de

et des PME). Comme les considérations d'ordre hygiénique doivent l'emporter sur les aspects commerciaux et qu'il ne faut pas perdre des yeux l'intérêt commun et la prévoyance des risques, l'Etat est appelé à définir le cadre dans lequel de telles solutions privées doivent s'inscrire et à exercer une tâche de surveillance.

La privatisation serait-elle donc garante de durabilité?

Non, elle n'y parvient malheureusement pas à elle seule. Car la privatisation peut avoir des corollaires défavorables, tels que le risque de monopolisation, la priorisation des aspects économiques par rapport aux aspects techniques, l'absence de prévoyance dans le domaine social et écologique et le manque d'échange d'expé-

* L'entretien a été mené par Roland Schertenleib, Willi Gujer et Diana Hornung.

riences. Malgré tout, j'approuve le principe de la privatisation, parce qu'elle me paraît la seule voie possible.

Comment peut-on convaincre les bureaux d'ingénieurs traditionnel des PI à rechercher d'autres solutions?

Il faut renforcer les «approches positives». Une incitation d'ordre financier peut être un ressort essentiel: on pourrait lancer des concours d'idées, comme c'est l'usage dans le monde de l'architecture. Les ingénieurs seraient rémunérés uniquement pour de nouvelles solutions intelligentes, à l'exclusion de toute solution consistant à modifier le modèle en usage.

La formation continue constitue également un point important, qui selon moi, pourrait aussi être de type incitatif. Par exemple, le groupement pour le label de qualité «construction de canalisation» forme ses membres et propose aux autorités un contrôle de la qualité.

Un certain rôle revient également aux autorités de surveillance qui contrôlent le progrès technique à plusieurs égards. On pourrait créer un fonds qui permet d'assurer le risque de projets innovateurs. Concrètement, cela signifierait qu'on pourrait sou-

mettre un dixième des installations à de nouveaux essais. En cas d'échec, le fonds assure le risque financier.

Les approches, encore techniques pour la majeure partie, esquissées par les rapports de recherche (pages 7-14) vont-elles dans la bonne direction?

Oui, mais outre la séparation de l'urine, il faudrait aussi s'intéresser à l'emploi des eaux ménagères et des eaux pluviales. Il ne faut pas non plus oublier l'important groupe hétérogène des dérégulateurs endocriniens.

Quelles seront les tâches futures de la recherche en matière de gestion des eaux urbaines, d'une part dans les pays industrialisés et, d'autre part, dans les pays en voie de développement et les pays émergents?

La gestion des eaux dans les PVD nous posent des problèmes énormes, à moins qu'ils ne nous aient pas déjà dépassés. Pour les résoudre, il nous faut recourir à plusieurs disciplines. Plus on parle le «langage» des autres, plus le travail d'équipe est efficace. Par exemple, les études inter-facultaires sont essentielles: les scientifiques et les ingénieurs doivent se rap-

procher des sociologues, et inversement. Chaque langage ou savoir-faire doit être compris de toutes les parties concernées. Les ingénieurs doivent notamment tenir compte des aspects non techniques. De même, les différences culturelles doivent être assimilées. En effet, conjuguées à des contraintes économiques résultant par exemple d'initiatives privées, ces différences peuvent être plus graves ou plus paralysantes que les problèmes techniques. Il faut non seulement améliorer la communication, mais aussi faire preuve de savoir-faire écologique. De plus, il me paraît judicieux et nécessaire d'élaborer des solutions qui soient «flexibles», c'est-à-dire qui ne débouchent pas sur des constructions ou des changements irréversibles, mais qui permettent de procéder à des corrections ou à des adaptations à la lumière des expériences acquises. Enfin, il faut veiller à la formation continue des acteurs, c'est-à-dire des spécialistes en sciences sociales, en sciences techniques ou en sciences naturelles. Il en va de même dans les pays en voie de développement comme dans les pays industrialisés.

Depuis des années, vous êtes engagé dans l'IAWQ (International Association on Water Quality) et en êtes l'un des deux vice-présidents depuis 1998. Quel sera, après la fusion avec l'WSA (International Water Services Association), le rôle futur de cette association spécialisée, compte tenu de l'évolution et de l'application d'une gestion durable des eaux urbaines dans le «Nord» et dans le «Sud»?

La fusion permet de se rapprocher des utilisateurs finaux. Je me suis fixé pour objectif de discuter et d'encourager les approches de MM. Gujer et Schertenleib au sein de ces associations. Au Nord, cela signifie expérimenter et perfectionner; au Sud, il faudra par exemple encadrer les structures d'autonomisation des petites entreprises et apporter des aides initiales sous forme de modèles de financement adaptés aux conditions du lieu.

Merci beaucoup pour l'entretien!



«J'ai été appelé à titre d'expert par l'Organisation mondiale de la santé et d'autres agences de l'ONU, et ces mandats m'ont fait de la publicité de bouche à oreille. Depuis lors, les demandes d'étude et d'encadrement scientifique pleuvent à flots et je constate avec tristesse que moi-même et mes collègues ne pouvons répondre à plus d'un dixième de ces demandes.»

Le «cours Ping-Pong» Tianjin–Suisse

Essai méthodologique de perfectionnement partenarial



L'EurAqua est un réseau européen d'instituts de recherche sur l'eau. Ce réseau, au sein duquel l'EAWAG représente la Suisse, regroupe 16 instituts de 16 pays. Les objectifs d'EurAqua sont de trois ordres:

- encourager le transfert de savoir entre les milieux scientifiques d'une part et les milieux pratiques et politiques d'autre part au niveau européen et national, afin de promouvoir un développement durable dans le domaine de l'utilisation de l'eau;
- encourager et faciliter la collaboration entre scientifiques au niveau européen afin d'identifier et de traiter les questions urgentes en recherche et développement pour la protection de nos ressources d'eau et de concrétiser des solutions;
- rendre accessible son expertise commune au sein de l'Union européenne afin de contribuer à la compétitivité et à l'éco-compatibilité de l'économie européenne.

L'EurAqua organise un congrès par année (Scientific and Technical Review) sur un sujet d'actualité dans le domaine de la gestion des eaux. Ces congrès, auxquels participent des membres de l'EurAqua ainsi que d'autres experts, ont pour but de faire le point sur l'état des connaissances scientifiques dans ce domaine en Europe et de discuter en commun des priorités au niveau de la recherche.

En 1999, le congrès, qui s'est tenu les 20 et 21.10.99 à Lisbonne, était consacré au sujet «Gestion des eaux urbaines». Voici les sujets des précédents congrès:

- Management and Prevention of Crisis Situations: Floods, Droughts and Institutional Aspects (1996).
- Let the Fish Speak: The Quality of the Aquatic Ecosystems as an Indicator for Sustainable Water Management (1997).
- Farming without Harming: The Impact of Agricultural Pollution on Water Systems (1998).

De plus amples informations figurent à la page <http://www.euraqua.org> Walter Wagner

Fin 1997, l'EAWAG a été contacté par le Tianjin Environmental Protection Bureau (TEPB) pour mettre sur pied un cours de 20 jours sur le thème «Water Environmental Management and Monitoring». Ce cours doit permettre à une vingtaine d'environnementalistes chinois d'échanger leurs expériences avec les partenaires suisses. La demande émanait de Madame Yang Jienan, vice-directrice de la division pour la coopération internationale du TEPB. Quelques mois auparavant, elle s'était rendue à l'EAWAG avec un groupe chinois et avait eu connaissance du programme de formation continue PEAK.

L'EAWAG n'était pas en mesure d'organiser au pied levé un cours spécialement adapté aux besoins des environnementalistes de Tianjin. N'étant par ailleurs pas vraiment convaincu de l'utilité d'une telle action, l'institut s'est d'abord montré réservé, tout en offrant de l'aide pour rechercher d'autres instituts appropriés. Cependant, les problèmes d'eau de la ville de Tianjin, qui compte quelque 9 millions d'habitants, sont gigantesques. Il apparaît donc judicieux de fournir aux autorités locales le soutien nécessaire. Compte tenu du développement fulgurant de la région, la maîtrise des problèmes environnementaux est une gageure qui tient de l'impossible. L'aide au TEPB ne doit donc pas se limiter à un cours unique proposé à une petite élite de spécialistes, mais doit être axée sur une collaboration ciblée à long terme. Les deux parties doivent en tirer le plus grand bénéfice possible.

Le projet de «cours Ping-Pong» est un échange partenarial d'expériences et non pas un enseignement frontal. Les part-

naires sont tour à tour enseignants et enseignés. Le sujet central du cours doit être un problème d'actualité. Le TEPB et l'EAWAG sont tombés d'accord pour mener conjointement un cours pilote «Ping-Pong». D'autres partenaires ont pu être ralliés, à savoir l'organisme swissino (joint-venture regroupant des PME suisses représentées à Pékin), et l'Alliance for Global Sustainability (AGS) de l'EPFZ. Le «problème actuel» réside dans l'eutrophisation du réservoir d'eau potable et la surveillance de la qualité de l'eau dans le bassin hydrologique du fleuve Hai He.

La partie Ping a eu lieu en avril 1999: une délégation suisse s'est envolée pour Tianjin, où les partenaires chinois lui ont présenté les structures, les responsabilités, les compétences, les problèmes et les approches de solution. Les deux parties ont discuté ensemble de leurs expériences respectives, posé les problèmes, précisé les lacunes à combler et défini les priorités pour la partie Pong, qui a eu lieu en mai 2000. Suite au prochain numéro!

Herbert Güttinger



La réception de la délégation suisse à Tianjin et l'ouverture du cours se sont déroulées dans un cadre très formel, en présence d'importantes personnalités de l'administration communale.

Micropollution due aux pesticides dans les eaux

Chaque année, la Suisse emploie 1800 tonnes de produits phytosanitaires (PPS). Ces pesticides sont utilisés non seulement dans l'agriculture, mais aussi le long des routes et des voies ferrées, sur les terrains de sport et de golf ainsi que dans les exploitations horticoles et les jardins privés. Malgré les efforts de ces dix dernières années pour passer à la production biologique et à la production intégrée et malgré l'arrivée de nouveaux produits plus efficaces, on ne cesse de trouver des traces de PPS dans les cours d'eau.

A la faveur de différents processus, les pesticides parviennent tôt ou tard dans l'hydrosphère, affectant ainsi l'hydroécologie et la qualité de l'eau potable. Dans le cadre de l'évaluation des prestations écologiques, l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) a fixé l'objectif suivant: l'apport de pesticides dans les eaux de surface doit être réduit de moitié jusqu'en 2005.

Etude de l'EAWAG dans la région du Greifensee

Dans ce cadre, l'EAWAG conduit actuellement une étude exhaustive dans le bassin hydrologique du Greifensee. L'étude porte sur le comportement des PPS dans l'environnement ainsi que sur leur origine: d'où proviennent les produits chimiques, comment sont-ils transportés, où parviennent-ils et quelles quantités se retrouvent dans les cours d'eau et dans le lac?



Chercheurs de l'EAWAG prélevant des échantillons d'eau.

Le bassin versant du Greifensee est d'environ 160 km². Etant donné son utilisation variée, il offre des conditions d'étude idéales. La région se caractérise par une agriculture intensive. Outre la culture en plein champ, dominée par le maïs, on y trouve des zones de culture laitière, fruitière et maraîchère. De plus, la région compte plus de 100 000 habitants. L'industrie et l'artisanat y sont également bien implantés. Enfin, neuf STEP traitent les eaux usées de la région.

Description de l'étude

Depuis 1990, l'EAWAG mesure régulièrement les concentrations d'atrazine dans le Greifensee, car celui-ci recueille toutes les substances que déversent les ruisseaux de son bassin hydrologique. Les échantillons d'eau examinés sont prélevés dans le lac ainsi que, depuis quelques années, dans ses affluents et son effluent. L'étude porte sur les herbicides suivants: triazines (atrazine, simazine, terbutylazine), acétanilides (métochlor et diméthénamide) et de nombreux acides phénoxy-acétiques (mécoprop et 2,4-D). L'approche globale de l'étude permet de calculer la charge annuelle en pesticides provenant du bassin versant ainsi que la dégradation des composés en milieu lacustre. Si on entend réduire l'apport en pesticides dans les eaux de surface, on doit surtout savoir d'où ils proviennent. L'EAWAG a donc étudié les deux principales voies d'apport des PPS dans le lac: le ruissellement superficiel des surfaces agricoles (apport direct) et les effluents des STEP (apport indirect). Au printemps/été 1999, quatre sous-bassins versants essen-

Outre divers spécialistes de l'EAWAG, le projet regroupe les partenaires suivants:

- les instituts EPF du génie rural, de l'écologie terrestre et des phytochimies
- Office fédéral de l'agriculture (OFAG)
- Office zurichois des déchets, des eaux, de l'énergie et de l'air (AWEL)
- Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP)
- Bureau cantonal zurichois de protection phytosanitaire
- Centre de vulgarisation agricole de Lindau
- Novartis CP, Bâle

tiellement agricoles ont été soumis à un examen approfondi. A cet effet, des échantillons d'eau ont été prélevés dans les effluents de la région en période de pluie après l'utilisation de PPS avec une définition temporelle élevée, ce qui a permis de calculer la quantité et la dynamique de l'apport des produits chimiques provenant des terres agricoles. Durant la même période, les STEP de la région ont également été soumises à examen. Il a ainsi été possible de comparer les deux voies d'apport durant la même période. Les résultats définitifs de cette vaste étude in situ ne sont pas encore disponibles. Toutefois, les données déjà disponibles permettent de conclure qu'avec les premières pluies, environ 1 à 4% de la quantité répandue d'atrazine est emportée par les eaux de surface et que, pour quelques composés (par ex. mécoprop), l'apport via les STEP ne doit pas être négligé.

Et après?

L'évaluation des mesures in situ sera suivie de nouvelles analyses. Les résultats obtenus permettent à l'OFAG de contrôler le succès des paiements directs pour prestations écologiques. Ils doivent également permettre d'optimiser le recours aux PPS et être directement mis en pratique par les partenaires du projet.

Siegrun Heberle, Heinz Singer, Andreas Gerecke, Gerrit Goudsmit, Christian Leu, Michael Berg, Stephan Müller (chef du projet)

Quo vadis EAWAG?

L'EAWAG a été réorganisé voici une année. Cette réorganisation découle de la mission de l'EAWAG, dont la volonté déclarée consiste à s'engager en faveur de l'utilisation durable de l'or bleu.

Afin de mettre en pratique ces principes, l'EAWAG doit pouvoir faire face aux nouveaux défis avec flexibilité et rapidité. Notre institut entend non seulement réagir aux problèmes liés à l'environnement, mais également agir en fonction des problèmes futurs. Concrètement, ces principes sont les suivants:

- L'EAWAG entend se concentrer à nouveau sur sa compétence fondamentale «eau».
- Le lien entre recherche et pratique est renforcé par la création de nouvelles Divisions de recherche thématiques (par ex. Ressources en eaux et eau potable, Eau et agriculture, Chimie analytique de l'environnement aquatique, Ecologie aquatique appliquée). Ces Divisions doivent veiller à la mise en oeuvre du savoir-faire développé et à la résolution de problèmes concrets.
- La compétence de l'EAWAG se base toujours sur une recherche de pointe reconnue au niveau international, aussi bien en recherche appliquée qu'en recherche fondamentale.
- L'EAWAG entend se positionner et se profiler davantage comme fournisseur de solutions interdisciplinaires pour les problèmes

qui se posent tant au niveau national qu'international.

- La création d'un poste pour le transfert des connaissances encourage le partenariat avec les milieux économiques, les autorités et les ONG.
- Le programme de formation continue est adapté aux besoins de la pratique.

Dans l'ensemble, l'EAWAG entend renforcer son rôle d'interface entre scientifiques et praticiens afin d'améliorer ainsi l'utilité sociale de son activité.

La **Direction** se compose désormais de 7 membres:

A.J.B. Zehnder (directeur), U. Bundi, W. Gujer, R. Schertenleib, R. Schwarzenbach, J. Ward, H.-R. Wasmer

Dans le cadre de cet élargissement de la Direction, les professeurs EPF rattachés à l'EAWAG assument désormais davantage de responsabilités en ce qui concerne la gestion des recherches. De plus, la Direction réunit ainsi un éventail de compétences spécialisées beaucoup mieux étayé qu'auparavant.

Du point de vue organisationnel, l'EAWAG compte désormais **14 Divisions** de re-

cherche, dont les activités sont étroitement corrélées:

- Ressources en eaux et eau potable (**U. von Gunten**)
- Eaux de surface (**B. Wehrli**)
- Chimie analytique de l'environnement aquatique (**M. Suter**)
- Microbiologie de l'environnement et écotoxicologie moléculaire (**R. Eggen**)
- Limnologie (**J. Ward**)
- Génie de l'environnement (**H. Siegrist**)
- Analyse des systèmes, integrated assessment et modélisation (**C. Pahl**)
- Ecologie aquatique appliquée (**A. Wüest**)
- Gestion des eaux dans les zones urbaines (**M. Boller**)
- Eau et assainissement dans les pays en développement (**R. Schertenleib**)
- Eau et agriculture (**S. Müller**)
- Composés polluants (**W. Giger**)
- Ecologie humaine (a.i. **A.J.B. Zehnder**)
- Gestion des ressources et des déchets (**P. Baccini**)
- Logistique et marketing (**U. Bundi**)

La nouvelle structure et l'ordonnance sur l'organisation y relative sont entrées en vigueur le 1.1.2000. Il nous appartient désormais de donner corps à cette structure de sorte que l'EAWAG puisse assumer ses nouvelles tâches avec confiance.

EAWAG – Recherche en faveur de l'eau

L'eau est un facteur clé pour l'évolution et le bien-être, déterminant pour la nature, la production alimentaire, la santé et l'économie. L'eau est irremplaçable et son utilisation doit être consciente et durable.

L'EAWAG veille à ce que les modèles et les technologies intervenant dans l'utilisation de l'eau soient améliorés en permanence; les intérêts écologiques, économiques et sociaux liés à l'eau doivent être harmonisés.

L'EAWAG se consacre à la recherche de pointe et assure le développement de solutions pratiques. Il encourage le changement de pensée en faveur d'une utilisation durable de l'eau et s'investit largement en faveur de la politique de l'eau en Europe, dans les pays du tiers-monde et dans les pays émergents.

L'EAWAG entend jouer le rôle d'interface entre la science, la pratique et la société. Il exerce un rôle scientifique de premier ordre au niveau mondial dans le domaine de l'eau.



Publications et livres

Pour vos commandes, veuillez utiliser le bulletin encarté au milieu du présent numéro.

- 2553 **von Gunten U.** (1998): Ozonanwendung in der Trinkwasseraufbereitung: Möglichkeiten und Grenzen. Mitt. Geb. Lebensmittelhygiene 89, 669–683.
- 2554 **Mengis M., Wehrli B.** (1998): Nitratelimination in Gewässern und ihre Auswirkung auf Nitratgehalte in Seen und Grundwasser. Mitt. Geb. Lebensmittelhygiene 89, 723–729.
- 2555 **Haderlein S.B., Pecher, K.** (1998): Pollutant reduction in heterogenous Fe(II)-Fe(III) systems (Chapter 17). In: «Mineral-water interfacial reactions, kinetics and mechanisms», D.L. Sparks, T.J. Grundl (Eds.). ACS Sympos. Ser. 715, Amer. Chem. Soc., Washington, pp. 342–356. ISBN 0-8412-3593-7.
- 2556 **Bürgi H.R., Heller C., Gaebel S., Mookerji N., Ward J.V.** (1999): Strength of coupling between phyto- and zooplankton in Lake Lucerne (Switzerland) during phosphorus abatement subsequent to a weak eutrophication. J. Plankton Res. 21, No. 3 485–507.
- 2557 **Albrecht A.** (1999): Radiocesium and ^{210}Pb in sediments, soils and surface waters of a high alpine catchment: a mass balance approach relevant to radionuclide migration and storage, Aquatic Sci. 61, 1–22.
- 2558 **Knauer K., Jabusch T., Sigg L.** (1999): Manganese uptake and Mn(II) oxidation by the alga *Scenedesmus subspicatus*. Aquatic Sci. 61, 44–58.
- 2559 **Edenhofer O., Jaeger C.C.** (1998): Power shifts: the dynamics of energy efficiency. Energy Economics 20, 513–537.
- 2560 **Siegrist H., Reithaar S., Koch G., Lais P.** (1998): Nitrogen loss in a nitrifying rotating contactor treating ammonium-rich wastewater without organic carbon. Water Sci. Tech. 38, No. 8–9, 241–248.
- 2561 **Purtschert I., Gujer W.** (1999): Population dynamics by methanol addition in denitrifying wastewater treatment plants. Water Sci. Tech. 39, No. 1, 43–50.
- 2562 **Siegrist H., Brunner I., Koch G., Phan L.C., Le V.C.** (1999): Reduction of biomass decay rate under anoxic and anaerobic conditions. Water Sci. Tech. 39, No. 1, 129–137.
- 2563 **Maurer M., Boller M.** (1999): Modelling of phosphorus precipitation in wastewater treatment plants with enhanced biological phosphorus removal. Water Sci. Tech. 39, No. 1, 147–163.
- 2564 **Henze M., Gujer W., Mino T., Matsuo T., Wentzel, M.C., Marais, G.v.R., Van Loosdrecht M.C.M.** (1999): Activated sludge model No. 2D, ASM2D. Water Sci. Tech. 39, No. 1, 165–182.
- 2565 **Gujer W., Henze M., Mino T., Van Loosdrecht M.C.M.** (1999): Activated sludge model No. 3. Water Sci. Tech. 39, No. 1, 183–193.
- 2566 **Tillman D., Larsen T.A., Pahl-Wostl C., Gujer W.** (1999): Modeling the actors in water supply systems. Water Sci. Tech. 39, No. 4, 203–211.
- 2567 **Koch G., Pianta R., Krebs P., Siegrist H.** (1999): Potential of denitrification and solids removal in the rectangular clarifier. Water Res. 33, No. 2, 309–318.
- 2568 **Schiemer F., Baumgartner C, Tockner K.** (1999): Restoration of floodplain rivers: the «Danube restoration project». Regulated Rivers: Res. & Manag. 15, 231–244.
- 2569 **Tockner K., Schiemer F., Baumgartner C., Kum G., Weigand E., Zweimüller I., Ward J.V.** (1999): The Danube restoration project: species diversity patterns across connectivity gradients in the floodplain system. Regulated Rivers: Res. & Manag. 15, 245–258.
- 2570 **Hesselmann R.P.X., Fleischmann T., Hany R., Zehnder A.J.B.** (1999): Determination of polyhydroxyalkanoates in activated sludge by ion chromatographic and enzymatic methods. J. Microbiol. Methods 35, 111–119.
- 2571 **Maurer M., Abramovich D., Siegrist H., Gujer W.** (1999): Kinetics of biologically induced phosphorus precipitation in waste-water treatment. Water Res. 33, No. 2, 484–493.
- 2572 **Wild D., Siegrist H.** (1999): The simulation of nutrient fluxes in wastewater treatment plants with EBPR. Water Res. 33, No. 7, 1652–1666.
- 2573 **Huggenberger P., Hoehn E., Beschta R., Woessner W.** (1998): Abiotic aspects of channels and floodplains in riparian ecology. Freshwater Biol. 40, 407–425.
- 2574 **Jaeger C.C.** (1998): Risk management and integrated assessment. Environ. Modeling & Assessment 3, 211–225.
- 2575 **Hartmann A., Golet E.M., Gartiser S., Alder A.C., Koller T., Widmer R.M.** (1999): Primary DNA damage but not mutagenicity correlates with ciprofloxacin concentrations in German hospital wastewaters. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 36, 115–119.
- 2576 **Müller B., Buis K., Stierli R., Wehrli B.** (1998): High spatial resolution measurements in lake sediments with PVC based liquid membrane ion-selective electrodes. Limnol. Oceanogr. 43, No. 7, 1728–1733.
- 2577 **Albrecht A., Goudsmit G., Zeh M.** (1999): Importance of lacustrine physical factors for the distribution of anthropogenic ^{60}Co in Lake Biel. Limnol. Oceanogr. 44, No. 1, 196–206.
- 2578 **Redle M., Baccini P.** (1998): Stadt mit wenig Energie, viel Kies und neuer Identität. Metabolische Modelle für den Umbau urbaner Siedlungen am Beispiel der Wohngebäude. GAIA 7, No. 3, 184–195.
- 2579 **Uttinger J., Roth C., Peter A.** (1998): Effects of environmental parameters on the distribution of bullhead *Cottus gobio* with particular consideration of the effects of obstructions. J. Appl. Ecology 35, 882–892.
- 2580 **Müller R.** (1998): Einfluss elektromagnetischer Felder auf Kristallisationsvorgänge: Praktische Anwendungen in der Schlammbehandlung von Kläranlagen und in Trinkwassersystemen. Diss. ETHZ Nr. 12 644, Zürich.
- 2581 **Real M.G.** (1998): A methodology for evaluating the metabolism in the large scale introduction of renewable energy systems. Diss. ETHZ No. 12 937, [Zürich].
- 2582 **Stemmler K.** (1998): Kinetics and mechanisms of the hydroxyl radical initiated oxidation of oxygenated volatile organic compounds under simulated tropospheric conditions. Diss. ETHZ No. 12 9128, [Zürich].
- 2583 **Witschel M.** (1999): Biochemical and physiological characterisation of a bacterial isolate able to grow with EDTA and other aminopolycarboxylic acids. Diss. ETHZ No. 12 967, Zürich.
- 2584 **Riediker S.** (1999): Benzene and naphthalenesulfonates in landfill leachates and contaminated groundwaters. Diss. ETHZ No. 12 974, Zürich.
- 2585 **Müller D.B.** (1998): Modellierung, Simulation und Bewertung des regionalen Holzhaushautes. Untersuchung zur Wald- und Holzwirtschaft in einer nachhaltigen Regionalentwicklung. Diss. ETHZ Nr. 12 990, [Zürich].
- 2586 **Suter M.J.-F., Riediker S., Giger W.** (1999): Selective determination of aromatic sulfonates in landfill leachates and groundwater using microbore liquid chromatography coupled with mass spectrometry. Anal. Chem. 71, 897–904.
- 2587 **Witschel M., Egli T., Zehnder A.J.B., Wehrli E., Spycher M.** (1999): Transport of EDTA into cells of the EDTA-degrading bacterial strain DSM 9103. Microbiology 145, 973–983.
- 2588 **Fent K.** (1996): Endocrinically active substances in the environment, UBA Texte 3/96, A. Gies (Ed.). Umweltbundesamt Berlin, pp. 69–80.
- 2589 **Poiger T., Kari F.G., Giger W.** (1999): Fate of fluorescent whitening agents in the River Glatt. Environ. Sci. & Technol. 33, 533–539.
- 2590 **Escher B.I., Hunziker R., Schwarzenbach R.P., Westall J.C.** (1999): Kinetic model to describe the intrinsic uncoupling activity of substituted phenols in energy transducing membranes. Environ. Sci. & Technol. 33, 560–570.
- 2591 **Buschmann J., Angst W., Schwarzenbach R.P.** (1999): Iron porphyrin and cysteine mediated reduction of ten polyhalogenated methanes in homogeneous aqueous solution: product analy-

ses and mechanistic considerations. *Environ. Sci. & Technol.* 33, 1015–1020.

2592 **Ward J.V., Tockner K., Edwards P.J., Kollmann J., Bretschko G., Gurnell A.M., Petts G.E., Rossaro B.** (1999): A reference river system for the alps: the «Fiume Tagliamento». *Regulated Rivers: Res. & Manag.* 15, 63–75.

2593 **Ward J.V., Tockner K., Schiemer F.** (1999): Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. *Regulated Rivers: Res. & Manag.* 15, 125–139.

2594 **Ward J.V., Malard F., Tockner K., Uehlinger U.** (1999): Influence of ground water on surface water conditions in a glacial flood plain of the Swiss Alps. *Hydrol. Processes* 13, 277–293.

2595 **Zehnder A.J.B., Wulff H.** (1999): Business and the environment. *Nature Biotechnol.* 17, Suppl. BV 25.

2596 **Wellnitz T.A., Ward J.V.** (1998): Does light intensity modify the effect mayfly grazers have on periphyton? *Freshwater Biol.* 39, 135–149.

2597 **Ward J.V., Bretschko G., Brunke M., Danielopol D., Gibert J., Gonser T., Hildrew A.G.** (1998): The boundaries of river systems: the meta-zoan perspective. *Freshwater Biol.* 40, 531–569.

2598 **Zehnder A.J.B., Schertenleib R., Jaeger C.C.** (1999): La défi de l'eau. *Gas, Wasser, Abwasser* 79, No. 2, 131–136.

2599 **Siegrist H., Boller M.** (1999): Auswirkungen des Phosphatverbots in den Waschmitteln auf die Abwasserreinigung in der Schweiz. *Korrespondenz Abwasser* 46, Nr. 1, 57–65.

2600 **Koller-Lucaea S.K.M., Suter M.J.-F., Rentsch K.M., Schott H., Schwendener R.A.** (1999): Metabolism of the new liposomal anticancer drug N⁴-octadecyl-1-β-D-Arabinofuranosylcytosine in mice. *Drug Metabolism & Disposition* 27, No. 3, 342–350.

2601 **Burckhardt-Gammeter S., Fankhauser R., Gujer W.** (1998): Regendaten für die Siedlungshydrologie – Regensimulator RAINDIS. *Gas, Wasser, Abwasser* 78, H. 11, 896–902.

2602 **Schweigert N., Belkin S., Leong-Morgenthaler P., Zehnder A.J.B., Eggen R.I.L.** (1999): Combinations of chlorocatechols and heavy metals cause DNA degradation *in vitro* but must not result in increased mutation rates *in vivo*. *Environ. & Molecular Mutagenesis* 33, 202–210.

2603 **Stettler R., Courbat R., von Gunten U., Kaiser H.-P., Walther J.L., Gaille P., Jordan R., Ramseier S., Revelly P.** (1998): Utilisation de l'ozone pour le traitement des eaux potables en Suisse. *Gas, Wasser, Abwasser* 78, H. 11, 876–890.

2604 **Jaeger C.C., Schüle R., Kasemir B.** (1999): Focus groups in integrated assessment: a

micro-cosmos for reflexive modernization. *Innovation – The Eur. J. of Soc. Sci.* 3, 1–28.

2605 **Rauch W., Henze M., Koncsos L., Reichert P., Shanahan P., Somlyódy L., Vanrolleghem P.** (1998): River water quality modelling: I. State of the art. *Water Sci. Tech.* 38, No. 11, 237–244.

2606 **Shanahan P., Henze M., Koncsos L., Rauch W., Reichert P., Somlyódy L., Vanrolleghem P.** (1998): River water quality modelling: II. Problems of the art. *Water Sci. Tech.* 38, No. 11, 245–252.

2607 **Somlyódy L., Henze M., Koncsos L., Rauch W., Reichert P., Shanahan P., Vanrolleghem P.** (1998): River water quality modelling: III. Future of the art. *Water Sci. Tech.* 38, No. 11, 253–260.

2608 **Hofstetter T.B., Heijman C.G., Haderlein S.B., Holliger C., Schwarzenbach R.P.** (1999): Complete reduction of TNT and other (poly)nitroaromatic compounds under iron-reducing subsurface conditions. *Environ. Sci. & Technol.* 33, No. 9, 1479–1487.

2609 **Mason Y., Ammann A.A., Ulrich A., Sigg L.** (1999): Behavior of heavy metals, nutrients and major components during roof runoff infiltration. *Environ. Sci. & Technol.* 33, No. 10, 1588–1597.

2610 **Wagner G.** (1998): Die kosmogenen Radionuklide ¹⁰Be und ³⁶Cl im Summit-GRIP-Eisbohrkern. *Diss. ETHZ Nr. 12 864*, Zürich.

2611 **Schweizer C.R.** (1999): Calciumsilikat-hydrat-Mineralien. Lösungskinetik und ihr Einfluss auf das Auswaschverhalten von Substanzen aus einer Ablagerung mit Rückständen aus Müllverbrennungsanlagen. *Diss. ETHZ Nr. 13 074*, Zürich und Dübendorf.

2612 **Hofstetter T.B.** (1999): Reduction of poly-nitroaromatic compounds by reduced iron species – coupling biogeochemical processes with pollutant transformation. *Diss. ETHZ No. 13 140*, Zürich.

2613 **Robinson C.T., Burgherr P.** (1999): Seasonal disturbance of a lake outlet benthic community. *Arch. Hydrobiol.* 145, No. 3, 297–315.

2614 **Kohler H.-P.E., Nickel K., Bunk M., Zipper C.** (1999): Microbial transformation of the chiral pollutants mecoprop and dichlorprop. The necessity of considering stereochemistry. In: «Novel approaches for bioremediation of organic pollution», Fass et al (Eds.). *Kluwer Academic/Plenum Publ.*, New York, pp. 13–20.

2615 **Maurer M., Fux C., Lange D., Siegrist H.** (1999): Modelling denitrification in a moving bed of porous carriers from a low-loaded wastewater treatment plant. *Water Sci. Tech.* 39, No. 7, 251–259.

2616 **Omlin M., Reichert P.** (1999): A comparison of techniques for the estimation of model prediction uncertainty. *Ecol. Modelling* 115, 45–59.

2617 **Nay M., Snozzi M., Zehnder A.J.B.** (1999): Fate and behavior of organic compounds in an artificial subsoil under controlled redox conditions: the sequential soil column system. *Biodegradation* 10, 75–82.

2618 **Balmer, M.E., Sulzberger, B.** (1999): Atrazine degradation in irradiated iron/oxalate systems: effects of pH and oxalate. *Environ. Sci. & Technol.* 33, 2418–2424. [2618]

2619 **Mendez-Alvarez S., Leisinger U., Eggen R.I.L.** (1999): Adaptive responses in *Chlamydomonas reinhardtii*. *Internat. Microbiol.* 2, 15–22.

2620 **Bucheli T.D., Müller S.R., Reichmuth P., Haderlein S.B., Schwarzenbach R.P.** (1999): Spherical clay conglomerates: a novel stationary phase for solid-phase extraction and «reversed-phase» liquid chromatography. *Anal. Chem.* 71, No 11, 2171–2178.

2621 **Gächter R., Müller B.** (1999): Die bodenbürtige P-Belastung des Sempachersees. *Problemanalyse und Lösungsvorschlag. Gas, Wasser, Abwasser* 79, H. 6., 460–466.

2622 **Mengis M., Schiff S.L., Harris M., English M.C., Aravena R., Elgood R.J., MacLean A.** (1999): Multiple geochemical and isotopic approaches for assessing groundwater NO₃-elimination in a riparian zone. *Ground Water* 37, No. 3, 448–457.

2623 **Wehrli B., Furrer G.** (1999): In memoriam – Werner Stumm. *The Geochemical News* 100, 16–18.

2624 **Müller Dick, R.** (1999): Elektromagnetische Felder gegen mineralische Ablagerungen. *Gas, Wasser, Abwasser* 79, 553–560.

Livres

Dürrenberger G., Behringer J. (1999): Die Fokusgruppe in Theorie und Anwendung. Ein Leitfaden. Hrsg.: Akademie für Technikfolgenabschätzung Baden-Württemberg. Reihe Leitfaden, Bd. 1, Stuttgart. ISBN 3-932013-42-5.

Stanford J.A., Gonser T. (eds) (1998): Rivers in the landscape: riparian and groundwater ecology. Special Issue of *Freshwater Biology* 40, No. 3, 401–585.

Wegelin M., Galvis G., Latorre J. (1998): La Filtración Gruesa en el Tratamiento de Agua de Fuentes Superficiales, Publicación SANDEC No. 4/98, Intermediate Technology Publications, London, 180 pages. ISBN 3-908001-72-2.



Excursion 1999 de l'EAWAG

Les participants se sont d'abord rendus à la réserve naturelle de Acquacalda, puis dans la plaine alluviale de Campra di là et dans celle de Loderio. Après avoir visité le barrage de Luzzone, le groupe a ensuite attaqué la montée à la cabane de Motterascio. Le jour suivant, sous la conduite experte de Bernhard Wehrli, l'équipe a traversé la plaine protégée de la Greina, faisant l'expérience du taux d'humidité qui est à l'origine de son nom. En effet, «Greina» est le mot romanche qui désigne la brume. Suite à de vives oppositions et eu égard à son statut de zone protégée, la NOK a renoncé à construire un barrage dans la plaine de la Greina.

Changement climatique à l'école

Les enseignants souhaitant intégrer à leur enseignement les considérations actuelles de la recherche sur l'environnement disposent désormais d'un outil intéressant: une plate-forme inédite d'information présente les résultats du projet suisse de recherche «CLEAR – Climate and Environment in Alpine Regions» de manière intégrée et compréhensible.



Via internet, les écoliers peuvent découvrir de manière interactive les nombreux aspects de l'effet de serre d'origine anthropique:

- Combien de CO₂ mon dernier vol en avion a-t-il coûté?
- Quelle influence le changement climatique a-t-il sur mon lieu de domicile?
- Qu'est-ce que la Suisse peut entreprendre au niveau politique?

Les premières expériences issues des milieux scolaires et universitaires sont déjà disponibles. Sur un mode ludique, des écoliers de Davos s'étaient mués en entrepreneurs, écologistes et managers touristiques pour confronter leur commune d'origine au changement climatique: les domaines skiables doivent-ils être encore agrandis? Avons-nous besoin de nouvelles constructions de protection? Qu'advient-il de l'énergie hydraulique? Les écoliers avaient préparé leurs rôles de manière autonome à partir de la plate-forme d'information. Succès garanti, sans compter le plaisir que tous y ont trouvé! <http://clear.eawag.ch>



Martin Büssenschütt, mathématicien et environnementaliste, travaille actuellement dans le domaine didactique/nouveaux médias

Courrier des lecteurs: nouveau graphisme des News

Toutes mes félicitations pour ce numéro. Le concept et la mise en page sont attrayants. Ce numéro donne un bon aperçu de la modélisation. Je pourrai certainement utiliser l'article de Claudia Pahl et de Peter Reichert dans le cadre de la formation. Les rapports de recherche complètent très bien l'article thématique. La question de la structure des modèles ainsi que les problèmes mis en évidence par de nombreux modèles, surtout la transition entre les êtres humains et l'environnement pour l'étalonnage et la valida-

tion, auraient pu être soulevés avec un peu plus d'attention.

Il serait intéressant, dans un prochain numéro consacré à ce sujet, d'intégrer les aspects «modèles mentaux», communication, modération de modèles et utilisation de la modélisation et de la simulation dans la formation et de donner un aperçu des logiciels de modélisation actuellement disponibles.

Dr. Johannes Heeb – Beratung, Ausbildung, Auftragsforschung GmbH, CH-6110 Wolhusen, heebjohannes@pingnet.ch

Spécialistes en eau potable honorés

Pour leur travail «Etalonnage des réacteurs d'ozonation avec traceurs conservateurs et

réactifs» («Calibration of full-scale ozonation systems with conservative and reactive tracers», publié en décembre 99 dans AQUA), **Urs von Gunten** (à droite sur la photo), chef de la Division Chimie de l'EAWAG et spécialiste en eau potable et en eau souterraine, **Mike Elovitz** (ancien post-doctorant de Urs von Gunten, actuellement collaborateur scientifique à l'USEPA, Water Supply and Water Resources Division, Cincinnati, Ohio, USA) et **Hans-Peter Kaiser** (chef de la Division Contrôle de la qualité au Service des eaux de Zurich) ont reçu en septembre 1999 le prix Maarten Schalekamp décerné par l'International Water Services Association (IWSA) d'un montant de CHF 2500.–.

