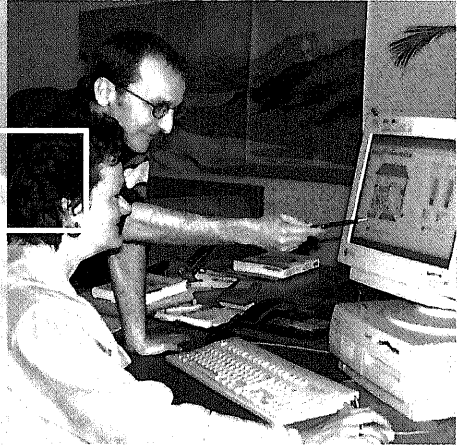
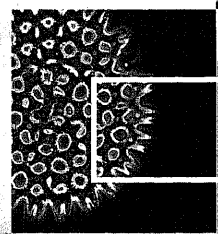


# Modélisation

La modélisation environnementale: **3-5**  
quelle utilité pour les décideurs?



Exploitation hydroélectrique des cours d'eau de montagne: **6**  
quelle influence sur la température de l'eau?



**7** Modélisation du  
lac de Zurich

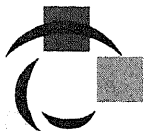
Interview avec Ernst Basler **1**

ETHICS EAWAG



01700003994205

\* BIBLIOTHEK \*  
EAWAG, Institut für Wasser-Management  
Abwasserreinigung u. Gewässerbau  
Überlandstr. 105 8600 Dübendorf



## Modélisation

2 Editorial

### Article thématique

3 La modélisation environnementale:  
quelle utilité pour les décideurs?

### Rapports de recherche

6 Exploitation hydroélectrique des cours  
d'eau de montagne: quelle influence sur  
la température de l'eau?7 Modélisation du lac de Zurich:  
Recherche aujourd'hui et demain8 Dynamique de l'épuration biologique  
des eaux usées9 Modèle de données pour l'évacuation  
des eaux usées – ou comment clarifier  
les esprits10 Politique environnementale: stimulant  
ou paralysant économique?

### Forum

11 Vers une économie en vase clos:  
interview avec Dr. Ernst Basler12 Réseau suisse de veille ichtyologique  
Courrier des lecteurs

### Notes

13 Décès du professeur Braun  
Habilitations14 Publications n° 2521-2552 et livres,  
bulletin de commande16 Logiciels de simulation  
Sondage

#### Editeur

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

#### Rédaction

diana.hornung@eawag.ch

#### 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 contraire: Diana Hornung ou inconnu

#### Maquette

Theresa Büsser et inform

#### Graphisme

Peter Nadler

Impression sur papier recyclé

# Les EAWAG news: une passerelle importante

Qui n'avance pas recule, c'est bien connu. Désirant échapper à cette règle, les EAWAG news ont opté pour une nouvelle formule. Tout en conservant son identité fondamentale, notre organe officiel entend ainsi se rapprocher du lecteur pour mieux l'informer et s'ouvrir à lui. Nous avons rajeuni son graphisme, l'ancienne maquette ayant fait son temps, et le nombre de parutions a été porté à trois numéros par an au lieu de deux.

Pour notre institution, les EAWAG news constituent une passerelle importante. Notre organe s'adresse tant aux spécialistes qu'aux professionnels des bureaux d'études-conseils, des services officiels, des milieux économiques et des organisations non gouvernementales (ONG). Mais il s'adresse aussi aux scientifiques de Suisse et d'ailleurs. Car tous nos partenaires doivent pouvoir se tenir au courant des activités et des résultats de l'EAWAG.

Les EAWAG news ont certes pour but fondamental d'informer. Mais comme notre organe s'adresse à un public très large, il ne peut traiter dans le détail tous les sujets hautement spécialisés. Cette tâche revient aux nombreux autres «produits» de l'EAWAG, tels que publications scientifiques, rapports techniques, expertises, méthodes, modèles et programmes d'enseignement. Les EAWAG news ont pour mandat de donner accès à cette offre en proposant des comptes-rendus de haut niveau, tant du point de vue du contenu que de la présentation.

Les EAWAG news seront désormais thématiques, car de tels numéros – nous le savons par expérience – sont davantage prisés et leur impact est d'autant meilleur qu'on les conserve plus volontiers. Chaque numéro comportera désormais les volets suivants: un article thématique, qui fait le point de la situation sur le

thème choisi, présentant notamment l'opinion et les objectifs de l'EAWAG à ce propos; trois à cinq articles, qui éclairent la problématique thématisée sous l'angle de la recherche, de l'étude-conseil et de l'enseignement; un «Forum», qui sert de plate-forme au dialogue avec nos partenaires et, enfin, une rubrique «Notes», qui répertorie toutes les informations relatives aux événements, aux manifestations, aux publications et autres prestations en rapport avec l'EAWAG.

Le présent numéro des EAWAG news est consacré aux modèles et aux programmes de simulation, qui jouent un rôle de plus en plus important dans la gestion des eaux. Nous aimerions tout particulièrement attirer votre attention sur l'interview accordée par Monsieur Ernst Basler qui, en précurseur, a proposé une analyse visionnaire des questions de croissance et qui, durant de longues années, a accompagné l'EAWAG dans ses activités.

Chère lectrice, cher lecteur, nous vous souhaitons beaucoup de plaisir et d'enrichissement à la lecture de la nouvelle mouture des EAWAG news. Vos commentaires et suggestions sont les bienvenus, car nous serions heureux de voir les EAWAG news devenir une passerelle à double voie - entre l'EAWAG et ses partenaires et vice versa.

*Ueli BUNDI*Ueli BUNDI  
Vice-directeur de l'EAWAG

# La modélisation environnementale: quelle utilité pour les décideurs?

**En matière de protection de l'environnement et d'utilisation durable des ressources, les décisions à prendre doivent tenir compte de paramètres toujours plus nombreux. L'évaluation des options requiert des méthodes comparatives adéquates. A cet égard, la modélisation environnementale peut jouer un rôle déterminant.**

Comment réagir face au problème des pluies acides, du manque de capacité pour l'incinération des déchets ou du réchauffement d'un cours d'eau? La réponse n'est pas évidente. Plus les problèmes environnementaux sont complexes, plus les solutions possibles sont nombreuses et compliquées. La modélisation environnementale, combinée à l'analyse décisionnelle, peut aider à résoudre ce genre de problème. Il suffit par exemple de structurer un processus décisionnel complexe pour mettre en évidence les divergences d'opinion entre intervenants, et parvenir ainsi à une approche de solution. Le présent article est articulé en trois volets: il s'agit tout d'abord de montrer comment la modélisation permet de mieux comprendre le fonctionnement des systèmes. Il faut ensuite montrer l'utilité des modèles dans la recherche comme dans la pratique. On montrera enfin ce que la modélisation peut apporter aux processus décisionnels.

## Comprendre, c'est modéliser

Avant de pouvoir évaluer les conséquences d'une mesure environnementale, il faut d'abord comprendre les mécanismes du système auquel elle s'applique. A cet effet, on représente de manière abstraite la structure du système à l'aide de ce qu'on appelle un modèle. La modélisation est un instrument analytique fondamental en sciences, car elle seule permet de prévoir le comportement des systèmes. Au sens strict, on ne peut prévoir le comportement que d'un modèle et non pas d'un système. La justesse des prévisions dépend en fait de l'adéquation du modèle par rapport au système. Plus la simulation du système est proche de la réalité, plus la crédibilité du modèle est meilleure, et mieux on comprend comment le système travaille. Etant donné l'extrême complexité des écosystèmes, la modélisation présuppose toujours une certaine simplification. Il est dès lors particulièrement important de définir avec une précision suffisante les paramètres systémiques déterminants par rapport au problème posé. Celui-ci détermine donc largement le choix du modèle.

De plus, la paramétrisation est souvent subjective du fait qu'elle dépend de l'importance attribuée par les scientifiques aux différents paramètres. Par conséquent, il peut s'avérer utile de mettre un modèle en discussion dès le début de sa conception. La complexité du système et du problème posé détermine celle du modèle, qui va de la simple représentation qualitative d'un comportement aux formules mathématiques les plus élaborées (voir page 4, encadré «Typologie des modèles mathématiques»). Lorsque la modélisation est exprimée mathématiquement, comme c'est typiquement le cas dans le genre de réflexion développée ci-après, on recourt généralement à un programme dit de simulation pour calculer le comportement prévisionnel du modèle (voir page 3, encadré «Définitions»). A la fig. 1, on voit par exemple l'interface graphique d'AQUASIM, programme d'analyse et de simulation développé par l'EAWAG.

## A quoi sert la modélisation?

Les modèles servent essentiellement à des fins d'identification, de prévision et de communication.

### a) L'identification

Par identification, on entend la définition de la structure et du fonctionnement d'un système. Il s'agit donc d'établir une définition scientifique du système. En termes de modélisation, cela revient à trouver le modèle le plus simple possible pour rendre compte des propriétés systémiques telles qu'elles ont été observées. La fig. 2 illustre un cas d'identification à l'aide du modèle décrit dans l'article de Martin Omlin (voir page 7). Cette figure confronte les données calculées et les données mesurées relatives à la variation verticale de la concentration des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) et des phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) dans le lac de Zurich. Les calculs ont été effectués selon trois hypothèses différentes. En comparant les données, on voit que la deuxième hypothèse (concentration variable du phosphore dans les algues, les algues jeunes contenant moins de phosphore parce

## Définitions

**Système, modèle et programme de simulation** sont des notions qui prêtent souvent à confusion: par exemple, on parle souvent de modèle ou de modèle numérique à propos des programmes de simulation. Mais il peut s'avérer utile de distinguer les notions de modèles et de programme de simulation.

### Système

Partie de l'environnement prise en compte pour l'étude d'un problème (par ex.: lac, rivière, STEP).

### Modèle

Représentation abstraite d'un système qui peut - mais ne doit pas - être formulé en termes mathématiques (modèle mathématique).

### Programme simulation

Programme informatique qui calcule les équations d'un modèle préétabli ou d'un modèle défini par l'utilisateur et qui peut représenter de manière appropriée les prévisions.

que la concentration de phosphates a baissé dans l'eau du lac) permet de mieux décrire la concentration des nitrates que la première hypothèse (concentration constante du phosphore dans les algues). La troisième hypothèse (prise en compte de la fixation des phosphates par les particules en cours de sédimentation) permet de décrire encore mieux la variation verticale des concentrations de phosphates. En ce qui concerne la variation des concentrations de nitrates, l'amélioration provient du fait que, si les algues ont une teneur en phosphore moins élevée, les phosphates disponibles permettent de former une biomasse algale plus grande. Cette biomasse appauvrit davantage l'épilimnion (couche d'eau supérieure du lac) en azote. La fixation des phosphates par les particules en sédimentation permet de décrire les petites concentrations en phosphates entre 15 et 25 mètres de profondeur, là où aucune croissance algale n'est possible à cause de l'absence de lumière. En revanche, le modèle ne permet pas d'expliquer les causes biochimiques de la fixation des phosphates sur les particules en sédimentation. Ce problème a été étudié par le groupe de travail de René Gächter à l'EAWAG.

### b) La prévision

La modélisation prévisionnelle consiste à prédire de manière aussi précise que possible le comportement futur d'un système. Mis à part les modèles d'extrapolation simples, les modèles prévisionnels sont en général plus

complexes que les modèles descriptifs. La raison en est simple: afin d'affiner autant que possible les prévisions, on introduit dans le modèle tout ce qu'on sait sur le système [1]. Les modèles de STEP constituent par exemple des modèles servant en premier lieu à l'analyse prévisionnelle (voir l'article de Willi Gujer, p. 8). Ce genre de modèle ne se base plus sur une seule série de données, mais sur des valeurs empiriques déterminées à partir d'un grand nombre d'expériences et de mesures.

### c) La communication

Tant au niveau descriptif que prévisionnel, les modèles mathématiques offrent l'avantage de mettre facilement en évidence les différences d'hypothèses. Ces différences sont extrêmement importantes dans la mesure où elles peuvent totalement modifier les résultats de la modélisation.

L'article de Daniel Bernasconi (voir p. 9) traite de la communication dans le cadre des modèles pour l'évacuation des eaux urbaines. Les autres modèles présentés dans ce numéro ont également une fonction de communication importante. Par exemple, les modèles de STEP présentés dans l'article de Willi Gujer (voir p. 8) ont considérablement animé le débat sur les mécanismes de l'épuration des eaux.

La communication est un aspect central dès qu'il s'agit de modèles dits d'évaluation intégrée [2]. Les modèles de ce genre concentrent toutes les connaissances disponibles sur un problème complexe donné, par exemple les pluies acides. Conçus à l'intention des décideurs tant politiques qu'économiques, ils englobent souvent toute la chaîne dynamique des processus menant de la cause à la mesure

correctrice (par exemple de la combustion des énergies fossiles à la promulgation de valeurs limites pour les émissions de soufre). En d'autres termes, ces modèles ont des frontières bien plus larges que celles d'un écosystème donné et intègrent par exemple certaines réglementations d'ordre politique. Outre les paramètres scientifiquement bien établis, de tels modèles intègrent souvent des paramètres incertains ainsi que des jugements de valeur relevant de la subjectivité des spécialistes. A partir d'un certain degré de complexité, ces modèles ne peuvent plus être simplement vérifiés de manière empirique. Dans la majeure partie des cas, ils servent à expliciter des mécanismes complexes et à montrer où demeurent les lacunes en la matière. Voilà pourquoi l'analyse et la communication des incertitudes jouent un rôle capital, en particulier lorsqu'il s'agit de modèles d'évaluation intégrée.

### Modélisation prévisionnelle et incertitude

Il existe divers types d'incertitudes [3] et, par conséquent, diverses solutions pour exprimer cet aspect qualitatif. A ce propos, on soulignera l'importance des analyses de scénarios et des analyses de sensibilité. Ces analyses permettent de déterminer comment un modèle réagit lorsque ses paramètres se modifient. Le calcul des probabilités intervient souvent pour exprimer les incertitudes ainsi mises en lumière. Les incertitudes peuvent provenir soit du comportement stochastique, soit de la connaissance partielle du système considéré. Cette distinction est à l'origine d'une querelle méthodologique divisant la statistique en deux écoles (voir p. 4, encadré «école bayésienne vs école probabiliste»). A nos yeux, cette querelle est superflue. En effet, c'est le problème posé qui détermine le choix de la méthode statistique. Lorsque l'incertitude d'une prévision est liée à un comportement stochastique, on appliquera la méthode probabiliste. En revanche, la méthode bayésienne permet de corrélérer l'opinion subjective du chercheur et un savoir reposant sur des données objectives. La fig. 3 illustre, à l'aide d'un exemple simplifié, l'effet du pré-savoir sur le calcul des probabilités.

### De la prévision à la décision

A partir du moment où les réactions du système sont prévisibles en fonction des diverses interventions possibles, l'appréciation des conséquences peut être intégrée dans le processus de décision. Les expertises classiques ne distinguent pas clairement entre prévisions et appréciation. Pour y remédier, nous sommes d'avis qu'il faut ajouter aux prévisions une représentation formelle des avantages pour chaque variante d'intervention. Le recours aux éléments de la théorie décisionnelle [5] ne doit en aucun cas déboucher sur l'automatisation du processus de décision. Au contraire, il doit permettre de démêler l'écheveau entre les prévisions, les facteurs d'incertitude et l'appréciation des effets. Cette démarche permet d'ob-

jectiver le débat et de localiser les divergences d'opinion. Elle peut s'avérer très utile lorsqu'il s'agit de prendre des décisions dans un cadre collégial. Les programmes de simulation interactifs peuvent également rendre service dans la mesure où ils permettent de simuler sur-le-champ les effets d'un scénario donné.

### Prise en compte de la collectivité

Certains problèmes sont relativement simples à résoudre, comme le dimensionnement des infrastructures pour la distribution ou l'épuration des eaux. Dès qu'il s'agit de problèmes plus complexes, la définition des objectifs prête déjà à discussion. Dans la plupart des cas, il vaut mieux parler de situation problématique. Prenons comme exemple la multiplication des catastrophes naturelles dues aux précipitations, dont on attribue la cause aux changements climatiques. Dans le cas des inondations par exemple, on peut résoudre le problème en construisant ou en élevant des digues de protection contre les hautes eaux. On peut aussi aménager des zones d'inondation. Dans ce genre de situation, il est souvent judicieux d'intégrer dès le début responsables politiques et autorités dans le processus de modélisation. On peut ainsi commencer par définir les marges de manoeuvre respectives en déterminant les frontières du système. Ces marges de manoeuvre sont souvent inutilement endiguées par des structures institutionnelles et des comportements d'usage. Etant donné que les modèles intégrés englobent également le comportement des intervenants, ils se prêtent à la conception de nouvelles structures qui sont ensuite discutées en commun avec les institutions concernées. Ici également, les programmes de simulation rendent service, car ils facilitent l'évaluation des solutions pluridimensionnelles. La modélisation a des perspectives de développement considérables dans ce domaine.

## Typologie des modèles mathématiques

### Modèle d'extrapolation

Pour les prévisions à court terme, on utilise souvent des modèles simples pour extrapoler le comportement du système sans décrire ses mécanismes (analyse des tendances).  
Exemples: augmentation du niveau des eaux en cas de fortes précipitations; prévisions simplifiées du réchauffement dû aux changements climatiques.

### Modèle d'équilibre

Lorsqu'il s'agit de processus rapides par rapport aux modifications des facteurs externes, on utilise souvent des modèles d'équilibre qui reposent sur des équations algébriques.  
Exemples: équilibres chimiques, débits maximum; de nombreux modèles économiques (voir l'article d'Irene Peters, p. 10).

### Modèle dynamique

Les modèles dynamiques interviennent lorsqu'il s'agit de conceptualiser l'évaluation diachronique des écosystèmes. Ces modèles reposent sur des équations différentielles.  
Exemples: température des cours d'eau de montagne (voir l'article de Werner Meier et al., p. 6); mixtion et dynamique trophique dans le lac de Zurich (voir les articles de Frank Peeters et al. et de Martin Omlin et al., p. 7); modèles de STEP (voir l'article de Willi Gujer, p. 8); mécanismes climatiques, etc.

## Statistique bayésienne vs statistique probabiliste

Les deux écoles se basent sur le calcul des probabilités, dont les fondements ne sont pas remis en question. En revanche, elles s'opposent quant à la finalité du calcul des probabilités:

### Statistique probabiliste

Le calcul des probabilités exprime la fréquence escomptée des données obtenues par mesure dans le cas limite d'une expérience répétée un très grand nombre de fois. En ce sens, toutes les valeurs statistiques peuvent être en principe contrôlées.

### Statistique bayésienne

Le calcul des probabilités exprime l'état des connaissances concernant un phénomène donné. Il ne dépend pas seulement de ce phénomène, mais aussi de l'état des connaissances à son sujet et même de la subjectivité du chercheur. Grâce à ses méthodes, la statistique bayésienne montre comment l'incertitude ainsi mise en évidence se réduit grâce aux nouvelles connaissances.

L'article de Werner Meier et al. (voir p. 9) illustre un cas typique de prévision servant de base à une évaluation raisonnée de l'intervention prévue. Là prévision porte sur l'évolution de la température d'un cours d'eau de montagne sous l'effet de l'exploitation hydroélectrique dudit cours d'eau. Dans le cadre du projet «Ecocourant», cette prévision sert de base à l'évaluation des débits résiduels dans le but de déterminer le régime adéquat. Lorsque le problème est de nature économique (voir par ex. l'article d'Irene Peters, p. 10), l'analyse formelle des coûts et des bénéfices est déjà très répandue.

## La modélisation décisionnelle à l'EAWAG

La modélisation est un instrument d'usage très fréquent à l'EAWAG. Mais elle n'est guère appliquée au domaine de l'assistance à la décision au sens du présent article. Il s'agit dès lors d'apprendre à utiliser cet instrument, d'en approfondir la méthodologie et d'en exploiter tous les avantages au profit de la théorie décisionnelle. A cet effet, un nouveau secteur a été proposé sous le titre «Analyse systémique, évaluation intégrée et modélisation» (SIAM, Systemanalyse, Integrated Assessment und Modellierung), dans le cadre de la réorganisation de l'EAWAG. Les résultats de ces recherches permettront de contribuer à la résolution des problèmes traités à l'EAWAG.

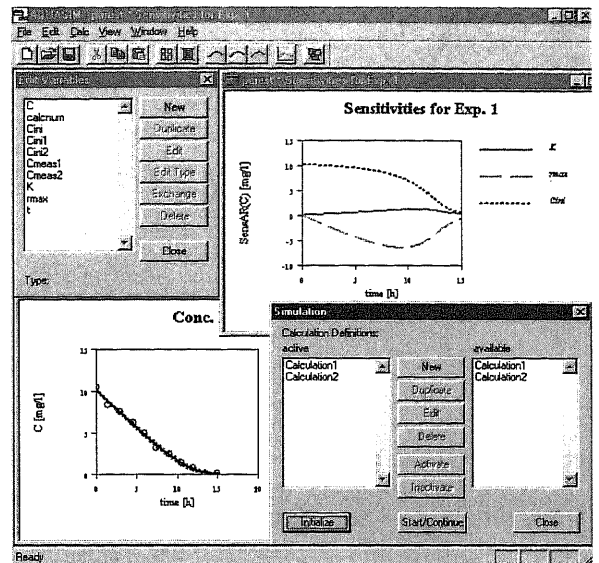


**Claudia Pahl-Wostl**  
Biochimiste. Spécialisée dans la modélisation des systèmes écologiques et socio-économiques complexes. Travaille actuellement au développement de nouvelles méthodes pour la structuration du dialogue entre science et société.

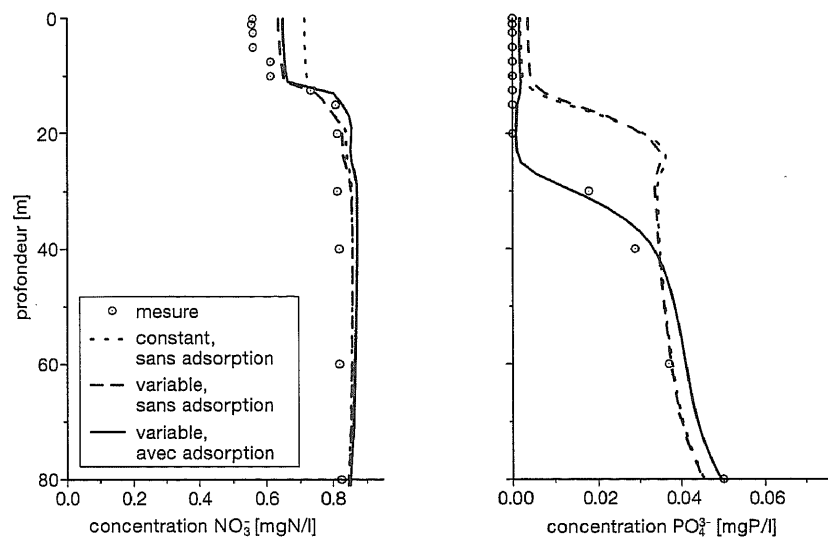


**Peter Reichert**  
Physicien. Traite des problèmes de modélisation et d'analyse systémique à l'EAWAG. Privat-docent en analyse systémique à l'EPFZ.

- [1] Reichert, P., and Omlin, M., «On the usefulness of overparameterized ecological models», *Ecological Modelling* 95, 289–299, 1996.
- [2] Pahl-Wostl, C., «Integrated Assessment of Regional Climate Change and a New Role for Computer Models at the Interface between Science and Society», in Sors, A., Liberatore, A., Funtowicz, S., Hourcade, J.C., Fellous, J.L., *Prospects for Integrated Environmental Assessment: Lessons learnt from the case of climate change*, European Commission, DG XII, Toulouse, pp. 156–160, 1996.
- [3] Morgan, M.G., and Henrion, M., «Uncertainty: A Guide to Dealing with Uncertainty in Quantitative Risk and Policy Analysis», Cambridge University Press, 1990.
- [4] Omlin, M., and Reichert, P., «A comparison of techniques for the estimation of model prediction uncertainty», *Ecological Modelling* 115, 45–59, 1999.
- [5] Laux, H.: «Entscheidungstheorie», 4. Auflage, Springer, 1998.

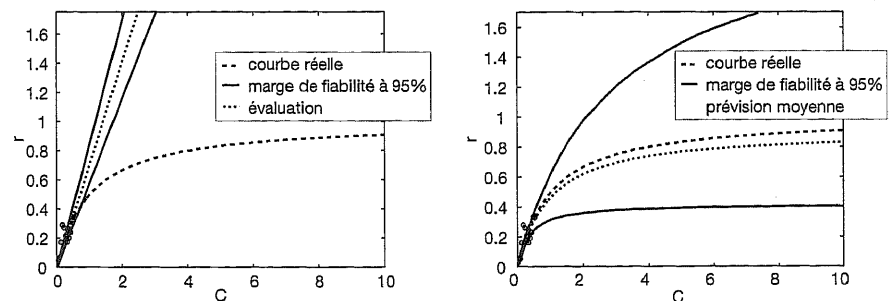


**Fig. 1**  
Interface graphique du programme de simulation et d'analyse numérique AQUASIM (voir aussi p. 16). Grâce au multifenêtrage, on peut modifier à volonté le paramétrage du modèle et simuler les résultats. Les graphiques présentent l'évaluation (virtuelle) d'une expérience de dégradation: en bas à gauche, on voit comment la concentration de la substance évolue en fonction du temps de dégradation, tandis qu'en haut à droite, on voit l'influence des différents paramètres sur l'évaluation de la concentration.



**Fig. 2**  
Variation verticale des concentrations de nitrate (NO<sub>3</sub>) et de phosphate (PO<sub>4</sub>) dans le lac de Zurich: données mesurées (points ronds, données fournies par le Service des eaux de Zurich) et données calculées par modélisation (chaque trait correspond à une hypothèse de travail différente):

- a) teneur constante en phosphore dans les algues, sans fixation du phosphate sur les particules en sédimentation (trait-tillé court)
  - b) teneur variable en phosphore dans les algues, sans fixation du phosphate sur les particules en sédimentation (trait-tillé long)
  - c) teneur variable en phosphore et fixation du phosphate sur les particules en sédimentation (trait continu)
- Interprétation: voir dans le texte



**Fig. 3**  
Données de synthèse (points ronds), courbe vraie (trait-tillé) et prévisions calculées par modélisation (en pointillé, limites de fiabilité en trait continu) pour le taux de croissance de microorganismes en fonction de la concentration C. La fig. de gauche illustre une extrapolation naïve des données à l'aide de méthodes probabilistes, sans prise en compte d'un pré-savoir.

La fig. de droite illustre une analyse bayésienne tenant compte du pré-savoir quant au taux maximum de croissance. Si ce pré-savoir présente une incertitude moindre et qu'il correspond vraiment à la réalité, la prévision obtenue à l'aide de la seconde hypothèse est plus précise [4].

# Exploitation hydroélectrique des cours d'eau de montagne: quelle influence sur la température de l'eau?

La production d'hydroélectricité entraîne de nombreuses atteintes aux torrents, notamment à cause des prises d'eau. A l'aide de modèles informatisés, le comportement des torrents est étudié dans le cadre du projet Ecocourant. Les prévisions quant à l'évolution des facteurs clés en fonction de différents débits résiduels permettent d'optimiser l'utilisation écologique de la force hydraulique.

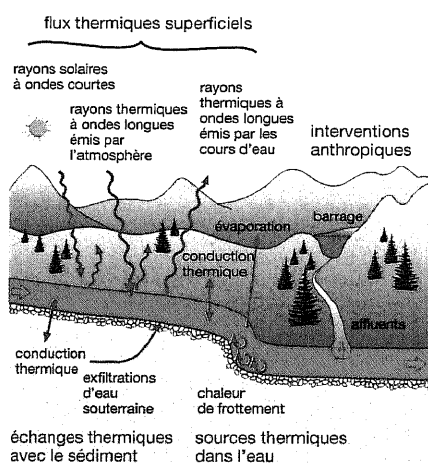


Fig. 1 Schéma des flux thermiques influençant la température d'un torrent.

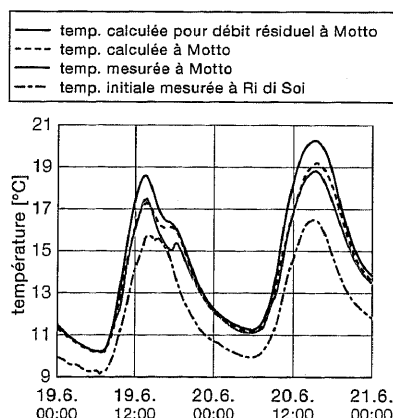


Fig. 2 Température du Brenno en situation de débit résiduel sur un tronçon de 4 kilomètres entre Ri di Soi et Motto, vers midi: données mesurées et données calculées pour les 19 et 20 juin 1998. Lorsque le débit est diminué de moitié, le réchauffement de l'eau est de 1 °C supérieur au réchauffement en situation de débit normal.

Le projet Ecocourant [1] réunit une trentaine de chercheurs de l'EAWAG et de partenaires externes. Ce projet a pour but de développer une procédure de certification pour l'«écohydroélectricité». Les centrales hydroélectriques dont le courant électrique est produit de manière écologique doivent pouvoir vendre plus cher cette énergie sous le nom de «écocourant». Une partie du surprix payé par les consommateurs doit être investie par l'usine hydroélectrique pour l'amélioration des écosystèmes aquatiques. Les analyses sont effectuées dans le cadre d'une étude expérimentale réalisée dans le Val Blenio, bassin hydrologique du Brenno.

La certification repose sur l'évaluation de plusieurs paramètres spécifiques, parmi lesquels on trouve la température de l'eau. L'évolution de la température des cours d'eau constitue un important facteur pour les écosystèmes aquatiques. La comparaison des données obtenues par modélisation et des mesures effectuées in situ doit permettre d'évaluer dans quelle mesure l'utilisation de la force hydraulique interfère sur le bilan thermique des torrents. Le modèle doit également servir à évaluer l'amélioration de la situation écologique selon les mesures prises.

## Modélisation et analyse prévisionnelle

Le modèle de bilan thermique développé dans le cadre du projet «Ecocourant» tient compte de tous les flux thermiques existant dans le système «torrent» (fig. 1). Le modèle est étalonné en fonction des données mesurées pour les paramètres météorologiques, hydrauliques et thermiques. Dans le Val Blenio, plusieurs essais de coloration ont été effectués à différents débits et deux stations météo ainsi que 35 thermomètres ont été installés (voir photo en page de couverture\*). L'enregistrement de

ces données dans le modèle a permis de calculer la température de l'eau le long du tronçon testé.

La température d'un torrent est surtout influencée par le frottement, les rayons solaires à ondes courtes, le rayonnement thermique à ondes longues et les échanges thermiques avec le sédiment [2]. Les premiers résultats de la modélisation montrent que, sur les tronçons raides et ombragés du torrent, la température de l'eau ne varie que très peu lorsque le débit diminue. Sur les tronçons plats en zone alluviale, là où le rayonnement solaire et les échanges thermiques avec le sédiment sont plus importants, les prises d'eau peuvent modifier considérablement la température de l'eau (fig. 2).

La suite du projet consiste à étendre cette modélisation au problème du transport et du destin hydrobiochimique des nutriments et des polluants ainsi qu'au problème de la sédimentation des particules. Les résultats de ces recherches seront également intégrés dans l'examen de certification pour l'obtention du label «Ecocourant».



Werner Meier  
Spécialiste en sciences de l'environnement et doctorant à l'EAWAG en collaboration avec Cyrill Bonjour, Michael Schurter, Alfred Wüest et Peter Reichert

[1] Truffer B., Bloesch J., Bratrich C. und B. Wehrli (1998): «Ökostrom»: Transdisziplinarität auf der Werkbank.GAIA, 7, 26-35; EAWAG news 46D, S. 29.

[2] Bonjour C. (1998): Modellierung des Wärmeaustausches über die Wasseroberfläche eines Gebirgbachs. Diplomarbeit EAWAG/ETH Zürich.

\* 2e photo de la page de couverture: M. Schurter, W. Meier et P. Reichert en train d'installer une station thermométrique dans le Val Blenio. Photo: C. Bonjour

# Modélisation du lac de Zurich:

Aujourd'hui encore, pour la recherche; demain déjà, pour la prévision de la qualité des eaux

Les processus de mixtion ainsi que les concentrations d'oxygène, de nutriments et de plancton sont interdépendants et varient en fonction du temps. Pour mieux comprendre ces mécanismes, un modèle physique et un modèle biochimique ont été élaborés pour le lac de Zurich. Ces deux modèles permettent de décrire avec précision les phénomènes observés dans le lac de Zurich.

La qualité des eaux du lac de Zurich est essentielle pour le Service des eaux de Zurich (WVZ, Wasserversorgung Zurich), puisque 70% de l'eau potable consommée en région zurichoise proviennent du lac de Zurich. Le WVZ a mis en oeuvre un programme de surveillance afin de détecter à temps les problèmes de qualité que peut poser l'eau brute pompée dans le lac de Zurich. Le modèle limnologique en cours d'élaboration doit permettre de quantifier les principaux processus responsables de la dynamique des nutriments, de l'oxygène et du plancton dans le lac de Zurich. Pour l'heure, la modélisation met l'accent sur une meilleure compréhension de ces processus limnologiques. Il est toutefois prévu d'étudier les propriétés prévisionnelles du modèle afin de pouvoir l'utiliser par la suite également dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'eau.

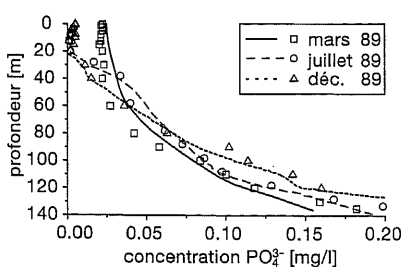
Le modèle biochimique destiné à la simulation de la dynamique du plancton, des nutriments (phosphate, ammonium et nitrate) et de l'oxygène se fonde sur l'évolution diachronique des concentrations sous l'effet de la mixtion verticale, de la sédimentation, des affluents, des émissaires ainsi que des transformations

biochimiques qui ont lieu à différentes profondeurs et dans les couches sédimentaires. Les données simulées et les données mesurées concernant les concentrations d'algues et de phosphate sont présentées aux figures 1 et 2. Les processus qui se déroulent au niveau des sédiments sont très variés: croissance et mort du plancton, minéralisation aérobie et anaérobie du matériau organique, nitrification et fixation de phosphore par les particules organiques en cours de sédimentation dans l'hypolimnion (fig. 2).

Les données du brassage vertical doivent être introduites dans le modèle biochimique; ces données sont fournies par le modèle physique (voir encadré de Frank Peeters).



**Martin Omlin**  
Spécialiste en sciences de l'environnement, doctorant à la division Informatique et analyse de systèmes à l'EAWAG  
Co-auteur: Peter Reichert



**Fig. 1**  
Concentration de phosphate: données calculées (lignes) et données mesurées (points) dans le lac de Zurich en 1989.

La production algale entraîne une baisse de la concentration du phosphore de mars à juillet dans les 20 m supérieurs du lac. Le phosphore est donc un facteur limitateur de la production algale. En outre, on remar-

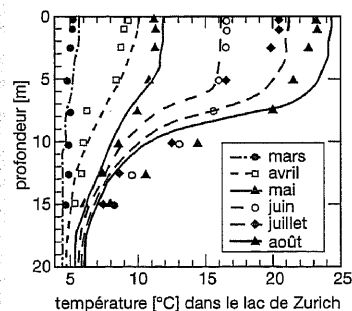
quera que la concentration de phosphate diminue entre mars et décembre jusqu'à une profondeur de 40 m, mais qu'elle augmente durant la même période en dessous de 60 m. Ce phénomène est dû à un processus de fixation, tel qu'il a été observé dans le lac de Sempach (résultats du groupe de recherche de René Gächter, EAWAG, 1995). Le phosphore anorganique est fixé par les particules organiques en cours de sédimentation. Il parvient ainsi dans le sédiment, où la minéralisation du matériau organique entraîne la désorption du phosphate anorganique. Le phosphore remonte ensuite par diffusion dans la colonne d'eau. Ce processus de fixation a été intégré dans le modèle descriptif.

**Fig. 2**  
Les concentrations algales mesurées (points) dans le lac de Zurich en 1989 sont bien reproduites par le modèle (lignes).

Au début de la phase de stratification en avril, les algues commencent à croître dans les 20 m supérieurs du lac. Après une croissance maximale en mai,

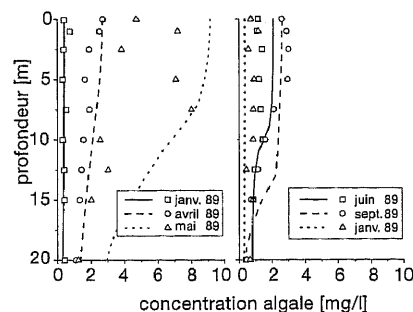
## Modèle physique pour le transport des substances dans le lac de Zurich

En milieu lacustre, la convection (par ex. durant le brassage automnal) et la turbulence d'origine éolienne sont les principales causes du transport vertical des substances en solution. A la mise en suspension des particules s'ajoute la sédimentation. Le modèle physique permet de calculer, sur la base des données météorologiques, le bilan thermique et l'apport d'énergie éolienne pour le système «lac». Ensuite, l'énergie transformée en turbulences est déterminée par modélisation. Il est dès lors possible de calculer le transport vertical imputable à ces turbulences. Le modèle physique a été testé en simulant les températures du lac de Zurich sur la base des données météorologiques fournies par l'Institut météorologique suisse (IMS) et sur la base de la répartition des températures en 1981 (voir graphique en encadré). Même après un intervalle de simulation de 10 ans (1981-1991), les températures simulées correspondent très bien aux températures mesurées par le WVZ.



Frank Peeters, physicien, doctorant à l'EPFZ et Gerrit Goudsmit, chimiste, doctorant à l'Université de Zurich, travaillent à l'EAWAG, en Physique environnementale.

elles sont détruites par le zooplancton. Leur concentration atteint son minimum estival en juin. Ensuite, le phytoplancton se reconstruit jusqu'en décembre où sa concentration se réduit à nouveau, la stratification des eaux du lac touchant à sa fin.



# Dynamique de l'épuration biologique des eaux usées

**À l'heure actuelle, l'épuration biologique des eaux usées fait appel à des procédés biotechnologiques extrêmement perfectionnés qui doivent satisfaire simultanément à plusieurs exigences, quelles que soient les conditions externes (variations quotidiennes ou saisonnières de la température, variations de la composition des eaux usées ou afflux des précipitations).**

La bioélimination des nutriments (carbone organique, azote et phosphore) ne s'opère que si le processus d'épuration est enrichi avec au moins quatre groupes de micro-organismes adaptés les uns aux autres. En outre, il faut que ces micro-organismes puissent déployer leur activité dans des conditions optimales. Or, les eaux usées sont en fait une solution nutritive fortement diluée, dont la composition ne peut être exprimée qu'à l'aide de paramètres complexes, tels que la demande chimique en oxygène (DCO) par exemple. Les eaux usées ne peuvent donc être caractérisées de manière que peu spécifique, et ce, d'autant plus que leur composition se modifie constamment (voir fig. 1).

Du point de vue technique, la bioépuration présuppose une durée de traitement assez longue, des procédés hautement complexes (voir fig. 2) ainsi que des systèmes de commande et de régulation intégrés.

À l'heure actuelle, les installations de bioépuration sont dimensionnées dans la plupart des cas à l'aide de modèles statiques, c'est-à-dire de modèles qui ne tiennent pas compte du facteur « temps ». Ces modèles permettent toutefois de simuler des situations complexes qui résultent de phénomènes dépendant du facteur « temps ». Il est dès lors possible d'ajuster la définition des procédés et de développer des systèmes de commande et de régulation adéquats.

Durant ces vingt dernières années, l'EAWAG a fourni des efforts considérables pour développer les fondements nécessaires au dimensionnement et à la simulation des installations à boues activées :

- L'EAWAG a participé aux travaux de l'Association internationale pour la qualité de l'eau (IAWQ) dans le cadre du Task Group on Mathematical Modelling for Design and Operation of Biological Wastewater Treatment. Ce groupe de travail a développé les Activated Sludge Models n° 1 à 3 [1-3]. Ces modèles permettent de décrire les processus microbiologiques et les processus chimiques qui interviennent dans la bioépuration des eaux usées. À l'heure actuelle, ils ont été repris dans la plupart des programmes de simulation.

- L'EAWAG a développé des méthodes pour l'analyse fractionnelle des substances présentes dans les eaux usées, laquelle permet de décrire l'état des procédés dans les modèles complexes.

- L'EAWAG a élaboré un logiciel simple permettant de simuler et de tester les modèles et les systèmes de régulation élaborés. Il s'agit du programme ASIM (Activated Sludge Simulation Program), dont plus de 200 licences ont été vendues. Ce programme est utilisé aussi bien par de nombreuses universités pour

l'enseignement et la recherche que par de nombreux praticiens dans les bureaux d'études-conseils.

- L'EAWAG est parvenue à définir des paramètres de modélisation grâce à ses essais en laboratoire et à ses essais à l'échelle industrielle. Aujourd'hui, il n'est plus guère possible d'interpréter des résultats d'essais sans passer par la modélisation mathématique.

- L'EAWAG a assuré la formation de nombreux étudiants et de praticiens. La modélisation mathématique est un excellent moyen de transmettre les connaissances scientifiques de manière structurée.

La bioépuration des eaux usées s'est considérablement améliorée durant ces dernières années. Ces progrès n'auraient pas été possibles sans le concours de la modélisation. La logique des modèles permet en effet de « décanter » la complexité des données et de structurer les résultats scientifiques de manière à en faciliter l'analyse, la transmission et l'utilisation.

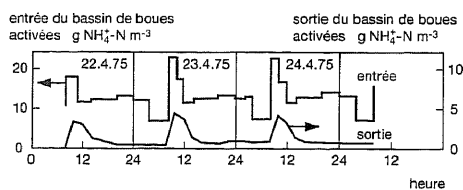
Il incombe désormais à l'ingénieur praticien d'intégrer la simulation dynamique dans son travail et d'utiliser ce précieux instrument de manière productive. Les bases théoriques et le logiciel correspondant sont désormais à sa disposition.



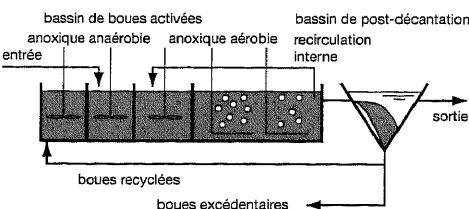
**Willi Gujer**

Professeur en gestion des eaux urbaines depuis 1992 à l'EPFZ, il continue néanmoins ses recherches à l'EAWAG. Ses travaux ont trait à la modélisation mathématique de l'épuration des eaux usées et se dirigent de plus en plus vers l'analyse globale de la gestion des eaux urbaines.

[1] Henze, M., Grady, C.P.L., Gujer, W., Marais, G.v.R., Matsuo, T. (1987) Activated Sludge Model No. 1, IAWQ Scientific and Technical Report, No. 1, IAWQ London, ISSN: 1010-707X  
 [2] Henze, M., Gujer, W., Mino, T., Matsuo, T., Wentzel, M.C. and Marais G.v.R. (1995) Activated Sludge Model No. 2, IAWQ Scientific and Technical Report, No. 3, IAWQ London, ISBN 1 900222 00 0  
 [3] Gujer, W., Henze, M., Mino, T. and van Loosdrecht, M. (1999) Activated Sludge Model No. 3, Wat. Sci. Tech. 39:1, 183-193



**Fig. 1**  
Ce graphique illustre la corrélation entre les variations quotidiennes de la charge polluante à l'entrée du bassin de nitrification et la performance des agents de nitrification (assurant la dégradation de l'ammoniac) : le pouvoir de nitrification est régulièrement dépassé durant les heures matinales.



**Fig. 2**  
Schéma de fonctionnement d'une installation de boues activées avec bioélimination des nutriments. Le bassin d'activation est subdivisé en trois compartiments constituant chacun un milieu différent (anaérobie, anoxique, aérobie). La gestion des boues (recirculation, recyclage et élimination des boues excédentaires) doit être assurée dans des conditions appropriées (âge des boues, aération, etc.).

# Modèle de données pour l'évacuation des eaux usées – ou comment clarifier les esprits

**Dans le domaine de l'évacuation des eaux usées, la communication et la compréhension mutuelle entre les intervenants (ingénieurs, commune, association, canton) échouent non pas à cause de problèmes techniques, mais à cause de la terminologie incohérente qui conduit à des malentendus de part et d'autre.**

L'évacuation des eaux urbaines fait appel à des notions qui ne sont pas toujours univoques. Ainsi, le terme allemand «Haltung», tout comme le terme français «tronçon», est souvent utilisé pour désigner trois réalités différentes:

- une canalisation ayant des caractéristiques hydrauliques homogènes,
- une canalisation reliant deux regards, ou
- une canalisation construite avec des tuyaux de même matériau.

Ces ambiguïtés sont à l'origine de malentendus qui occasionnent des frais inutiles. L'évacuation des eaux urbaines évolue vers une vision globale des flux d'eaux urbaines. La conception des installations ne peut guère devenir efficace si les notions de base ne sont pas définies de manière univoque. C'est précisément dans ce but que l'EAWAG et l'Association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA) ont décidé de développer en commun un modèle de données pour l'évacuation des eaux (MEE). Ce modèle fait partie intégrante de la directive VSA pour la gestion des informations relatives à l'évacuation des eaux urbaines [1].

Du point de vue de sa conception, le modèle de données pour l'évacuation des eaux (MEE) doit fournir aux spécialistes et aux organisations un canevas modulaire pour l'organisation et les échanges d'informations. Cette structure confère aux différentes notions une définition univoque – en l'occurrence, un tronçon est une canalisation ayant des caractéristiques hydrauliques homogènes – ainsi que des critères descriptifs spécifiques – par ex. le matériau, le diamètre et le coefficient de frottement. De même, on parlera de canalisation pour désigner la liaison entre deux regards et de secteur pour désigner les parties de canalisation présentant les mêmes caractéristiques de construction (voir fig. 1).

## Vers une structure cohérente de données homogènes

Une fois les éléments du système formellement définis, on peut constituer des modèles

qui serviront à la transmission et à l'archivage du savoir (avec l'appui de l'informatique) [2]. Cette perspective est particulièrement intéressante pour la gestion interdisciplinaire des eaux urbaines, tant au niveau de la recherche que des études de projet. Le MEE met à disposition de tous les spécialistes (protection des eaux, gestion des finances, entretien des canalisations, etc.) des données homogènes organisées selon une structure cohérente. Finies donc, les collections éparées de données hétérogènes décrivant le réseau d'égouts sous un angle à chaque fois différent. Désormais, il existe un standard interdisciplinaire pour l'organisation et la gestion des données. Cet outil permet d'éviter de nombreux décalages dus au manque de systématique omniprésente:

Déperdition du savoir-connaître: à chaque changement de collaborateur, un précieux savoir se perd parce que le nouveau collaborateur ignore tout de la collection de données constituée par son prédécesseur ou parce qu'il n'a pas toutes les clés d'interprétation nécessaires.

Incohérence des données: étant donné la pluralité des lieux d'archivage et l'inconséquence des mises à jour, les différents organes disposent de données contradictoires.

Discontinuité de l'information: à cause de la disponibilité souvent locale des données, il faut s'adresser fréquemment à d'autres ser-

vices, bureaux ou organes. Or, si l'interlocuteur souhaité est absent, le processus est suspendu pour des jours, voire des semaines.

Erreurs de décision: en fonction de leur niveau d'information, les responsables concernés parviennent à des conclusions ou à des solutions différentes pour un même processus.

## Disponibilité des données

Un modèle de données s'avère indispensable dès qu'on veut présenter une grande masse d'informations de manière compréhensible et interprétable. La modélisation des données doit s'inscrire non pas dans une visée instrumentale à court terme et non évolutive, mais bien dans l'optique de créer une base de données durable sur un segment donné du continuum réel. Il faut donc mettre en place un modèle atemporel, réutilisable et modulable en fonction des développements nécessaires. Ces conditions sont remplies par le modèle de données pour l'évacuation des eaux urbaines (MEE), qui a été développé à l'EAWAG, en étroite collaboration avec les praticiens.



**Daniel Bernasconi**  
Ingénieur civil, Daniel Bernasconi a acquis une riche expérience dans le domaine de l'informatique appliquée en ingénierie chez Emch et Berger. Il a en outre obtenu son doctorat à l'EAWAG (Thèse EPFZ 12963).

[1] VSA, «Datenstruktur Siedlungsentwässerung», Verein Schweiz. Abwasser- und Gewässerschutzfachleute, 1999

[2] Wille, R., «Concept lattices and conceptual knowledge systems», Computer and Mathematics with Applications 23, 1992

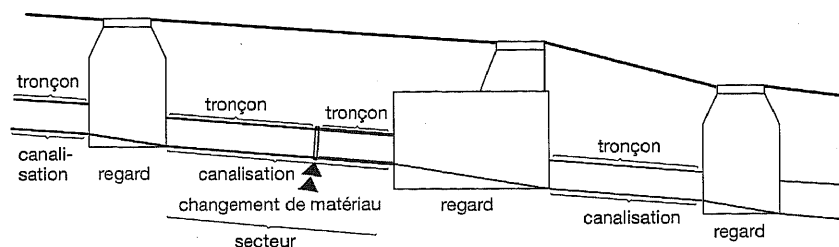


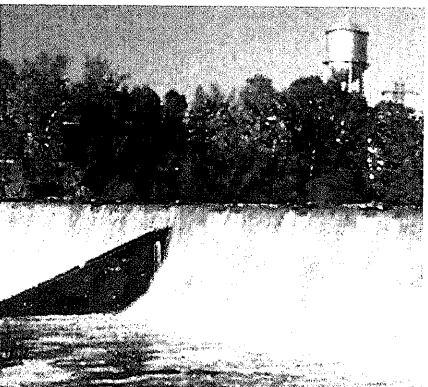
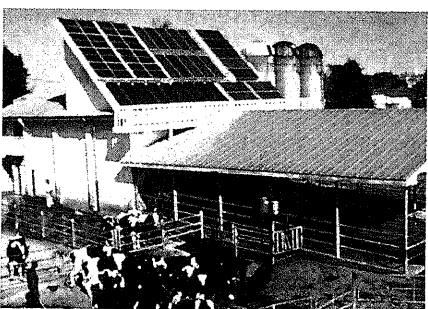
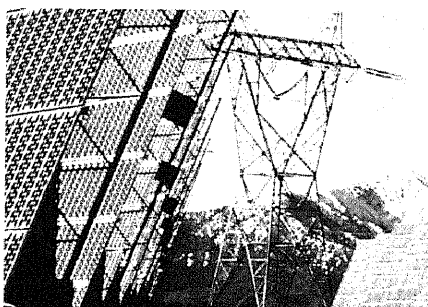
Fig. 1  
Modélisation des données au service de la gestion des eaux urbaines.

Le terme de «tronçon» recouvre différentes notions selon le niveau de réflexion (voir texte). La modélisation des données repose sur une définition univoque des notions et de leurs critères de spécification. L'informatisation de ces données permet une exploitation efficace à long terme.

# Politique environnementale: stimulant ou paralysant économique?

Voici un peu plus d'une année que l'EAWAG travaille concrètement dans le domaine de la modélisation économique. En collaboration avec le Tellus Institute à Boston (USA), nous avons élaboré un modèle économique pour évaluer l'impact de différentes mesures relevant de la politique énergétique. Grâce à ce modèle, nous avons mis en lumière l'importance de certaines hypothèses par rapport aux résultats obtenus. Il est d'ores et déjà prévu d'enrichir le nombre d'hypothèses et d'intégrer d'autres ressources naturelles dans ce modèle.

Les modèles macro-économiques sont légion, et on ne compte plus les universités et autres instituts de recherche spécialisés dans l'analyse économique prévisionnelle au service de



la politique. Notre intention n'est pas de suivre cette voie, mais au contraire de jeter une lumière critique sur les modélisations qui ont actuellement cours, en expérimentant de nouvelles approches – surtout celles qui touchent au progrès technique et à notre comportement face à l'environnement. Les modèles macro-économiques d'aujourd'hui – principalement basés sur la théorie de l'équilibre économique général – reposent sur toute une série d'hypothèses problématiques. Ces modèles pèchent par leur insuffisance à représenter des phénomènes déterminants pour le progrès technique:

- L'être humain ne peut pas traiter sur-le-champ toutes les informations disponibles (l'achat d'une ampoule économique se justifie-t-il ou non?).
- La diffusion d'une information prend du temps.
- Il existe des effets de rétroaction positifs entre la diffusion de nouvelles technologies et leurs coûts (plus on expérimente une technologie, plus ses coûts se réduisent).

Etant donné ces phénomènes, les technologies qui s'imposent sur le marché ne sont pas forcément les meilleures. Des interventions politiques ciblées peuvent dès lors s'imposer. Il suffit d'intégrer ces phénomènes dans les modèles macro-économiques pour que les prévisions quant à l'impact des mesures politiques analysées soient tout à fait différentes. Par exemple, certaines mesures, dont les modèles traditionnels diraient qu'elles réduisent la production économique et nuisent à l'emploi, s'avèrent en fait des mesures économiquement stimulantes.

Beaucoup moins élaboré et détaillé, notre modèle ne peut se mesurer aux modèles usuels en économie politique. Dans la plupart des cas, ceux-ci sont l'oeuvre de groupes de chercheurs qui y ont travaillé durant de longues années. Mais, par rapport à la modélisation

classique de l'économie, nous avons introduit deux innovations intéressantes.

- D'une part, nous représentons explicitement les infrastructures publiques; dans notre modèle, elles stimulent la productivité des entreprises privées et constituent une variable dont la politique pourrait se servir (les modèles classiques considèrent toutes les dépenses publiques à titre de «consommation»).
- D'autre part, notre modèle permet non seulement d'accroître la rentabilité énergétique, mais encore de réaliser des gains de productivité inattendus grâce à des investissements dans des technologies «énergonomiques». Ce phénomène, pourtant connu dans la pratique, est absent des modèles traditionnels. Ces deux innovations débouchent sur un seul et même effet: les mesures de politique énergétique que nous avons modélisées se répercutent positivement sur la production économique globale. Selon les modèles classiques, ces mesures engendreraient plutôt des pertes de production.



Irene Peters

Economiste, à l'EAWAG depuis 1997, Irene Peters étudie la modélisation des aspects économiques de la gestion des eaux urbaines. Auparavant, elle a travaillé pendant de nombreuses années aux Etats-Unis dans la recherche et l'étude-conseil au service de la politique environnementale, de la gestion des déchets et de l'économie énergétique.

Bernow, S., Peters, S., Rudkevich A., Ruth, M.: A Pragmatic CGE Model for Assessing the Influence of Model Structure and Assumptions in Climate Change Policy Analysis. Tellus Institute/ EAWAG Report, November 1998.

# Vers une économie en vase clos

## Interview avec Ernst Basler, président démissionnaire de la Commission consultative de l'EAWAG

Monsieur Basler, environnement et biosphère sont les notions phares de votre réflexion. Comment êtes-vous arrivé au principe de l'économie en vase clos?

Précisons tout d'abord que ce concept vise à dénoncer la surexploitation croissante des ressources finies que nous offre l'environnement.

Vous le savez, le premier pas de l'homme sur la lune date de 1969. D'aucuns ont alors réalisé que la biosphère n'est qu'une fine couche terrestre en dehors de laquelle aucune vie n'est possible. J'ai alors décidé d'exprimer publiquement mon opinion. L'idée de mon livre est simple: nous connaissons une croissance démographique exponentielle, alors que la terre est un système fini. Il n'y a donc qu'une solution: apprendre à vivre «durablement», selon la terminologie consacrée.

28 ans plus tard, notre bureau a eu l'occasion de rédiger à l'intention du Conseil fédéral le projet de rapport «Développement durable, plan d'action Suisse». Aujourd'hui, ces idées ont passé dans l'inconscient collectif.

Maintenant, il s'agit de les concrétiser...

Sur quoi avez-vous mis l'accent dans votre vie professionnelle?

Au bureau, mon souci quotidien a été de dépasser les frontières de l'ingénierie civile classique en intégrant successivement d'autres disciplines. Cela n'a pas été sans mal, car il ne fallait plus se demander si un problème donné pouvait être résolu correctement, mais si ce problème était vraiment le bon problème. En d'autres termes, il vaut mieux être dans l'approximativement vrai que dans l'exactement faux. Cette réorientation a été un moment essentiel dans le développement de notre entreprise.

J'en profite pour balayer les craintes des hautes écoles: il vaut mieux traiter les vrais problèmes méconnus avec des moyens modestes que de suivre le courant général en traitant des questions somme toute sans importance. Dès le début des années septante, nous nous sommes intéressés à des problématiques nouvelles, par exemple dans la conception des transports: quel est l'impact écologique d'une personne ou d'une tonne de marchandises selon qu'elle est transportée par la route, par le rail, par bateau ou par avion? Autre question: quel est l'impact écologique d'une voie de communication interrompant le paysage? Nous avons le feu sacré, comme on

dit, tout comme Werner Stumm, qui l'a transmis à l'EAWAG. Et je crois que cet enthousiasme est encore loin de disparaître, d'un côté comme de l'autre.

Vous avez fait partie de la Commission consultative de l'EAWAG et, à ce titre, vous avez accompagné notre institution pendant une dizaine d'années. S'il s'agissait de caractériser votre institution, que diriez-vous?

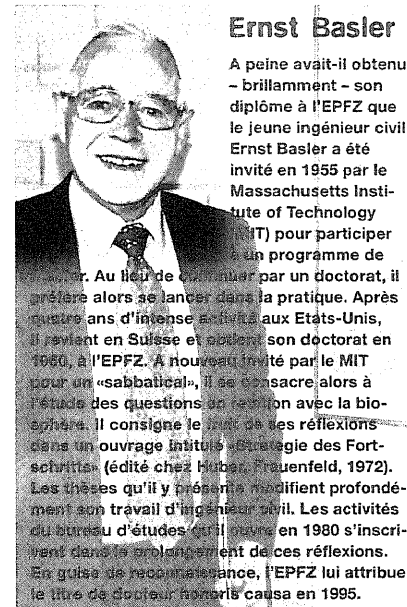
A n'en pas douter, l'EAWAG se distingue par sa faculté de percevoir les problèmes dans leur globalité. Le champ d'étude défini dans les années cinquante ne comprenait que l'épuration des eaux usées. Il a été considérablement élargi, puisqu'il porte maintenant sur le bilan global et la gestion durable des ressources en eau de la biosphère.

Par ailleurs, l'EAWAG offre aux étudiants un enseignement interdisciplinaire. Elle leur offre également la possibilité de participer à des travaux pratiques dans le cadre de nombreuses études de cas. L'EAWAG a dû développer sa propre méthodologie, car, il convient de le souligner ici, les sciences fondamentales ont été d'un pauvre secours. Il fallait résoudre de toute urgence des problèmes concrets. L'EAWAG a donc accompli un travail de pionnier, de sorte qu'elle dispose maintenant d'un formidable arsenal méthodologique et d'une aptitude peu ordinaire au dialogue interdisciplinaire. Il va sans dire que ces atouts peuvent encore être développés.

Pensez-vous que l'EAWAG a tout ce qu'il faut pour l'avenir?

Je crois que, à l'instar des autres instituts de recherches, l'EAWAG doit avoir sa propre ligne de conduite. Je trouve que la recherche est beaucoup trop influencée par des phénomènes de mode. Bien sûr, cela permet de rester dans la course, mais la recherche en pâtit dans la mesure où elle est en partie laissée à l'influence aléatoire du tourisme scientifique des congressistes.

L'EAWAG doit avoir une mission sociopolitique, c'est ce qu'attendent bon nombre de personnes. L'idéal serait que non seulement l'EAWAG, mais d'autres institutions aussi, jouent le rôle de poste d'observateur avancé et puissent tirer la sonnette d'alarme lorsqu'au mépris des plus grands risques, notre société suit son idée de progrès en multipliant les nouvelles substances chimiques, les nouveaux procédés et la taille des productions industrielles!



Ernst Basler

A peine avait-il obtenu – brillamment – son diplôme à l'EPFZ que le jeune ingénieur civil Ernst Basler a été invité en 1955 par le Massachusetts Institute of Technology (MIT) pour participer à un programme de sabbatical. Au lieu de continuer par un doctorat, il préfère alors se lancer dans la pratique. Après quatre ans d'intense activité aux États-Unis, il revient en Suisse et obtient son doctorat en 1960, à l'EPFZ. A nouveau invité par le MIT pour un «sabbatical», il se consacre alors à l'étude des questions de relation avec la biosphère. Il consigne le fruit de ses réflexions dans un ouvrage intitulé «Stratégie des Fortschritts» (édité chez Huber, Frauenfeld, 1972). Les thèmes qu'il y présente traduisent profondément son travail d'ingénieur civil. Les activités du bureau d'études qu'il fonde en 1980 s'inscrivent dans le prolongement de ces réflexions. En guise de reconnaissance, l'EPFZ lui attribue le titre de docteur honoris causa en 1995.

C'est un apprentissage que la société doit suivre dans son ensemble. Il est nécessaire qu'elle établisse le dialogue avec les scientifiques, car ceux-ci se trouvent au début de la chaîne épistémologique. Toute recherche scientifique doit répondre aux questions suivantes: à qui profitent les résultats? Où se situe-t-elle par rapport au savoir global? Un travail qui n'y répondrait pas ne peut être considéré comme achevé!

Nous sommes confrontés à des mutations toujours plus nombreuses. Croyez-vous qu'il y ait encore assez de temps pour discuter?

Oui, la société est en mesure de réagir plus rapidement, car elle dispose de nouveaux moyens de communication. Nous vivons à l'ère mercurienne, ce qui rend la société aussi plus facile à diriger.

... Même s'il faut consentir à des sacrifices?

Oui bien sûr, il n'y a pas de changement sans sacrifice. Malheureusement, on attend toujours que quelque chose se passe pour réagir. A mon avis, il vaudrait mieux atteindre plutôt les limites possibles afin de gagner du temps et d'être encore en mesure de modifier le cours des choses en autarcie, que d'éviter momentanément les débordements en surélevant encore les bords de la baignoire jusqu'à ce qu'on ne puisse plus s'en sortir.

Grâce aux technologies de l'information, on a réussi de modéliser des choses incroyables, alors qu'auparavant, on était obligé de procéder de manière empirique. J'ai l'impression que nous avons là comme un formidable scanner à rayons X, une nouvelle machine capable de pousser la connaissance dans des recoins encore inexplorés.

Mais n'oublions pas que notre économie se développe en vase clos: la gestion durable des ressources sera l'enjeu du siècle prochain. L'avenir appartient à ceux qui sauront avancer avec prudence, humanité et circonspection. Monsieur Basler, nous vous remercions de nous avoir accordé quelques instants!

(Interview: Diana Hornung)

# Courrier des lecteurs

## Cycles des éléments nutritifs dans la gestion des eaux urbaines

Parmi tous les engrais, les boues d'épuration sont de loin le principal déchet recyclable en agriculture. C'est la plus importante ressource de phosphore indigène, qui contient d'importantes quantités d'azote, de calcium et de magnésium. La teneur en métaux lourds des boues a considérablement baissé au cours des 20 dernières années. Toutefois, à long terme, cette teneur en polluants continue d'être trop élevée. La qualité des boues d'épuration doit encore être améliorée à l'avenir si on veut respecter le principe de la durabilité: ménager les ressources sans menacer la fertilité du sol.

Dans le domaine des eaux usées, l'utilisation des ressources requiert de nouvelles approches. Voici bientôt 20 ans, l'introduction de la collecte séparée pour la partie bioorganique des déchets a marqué un tournant décisif dans le compostage des ordures ménagères. C'est la preuve que même des solutions paraissant de prime abord utopiques sont effectivement réalisables. Seul le résultat compte: les précieux nutriments que les ménages rejettent dans les eaux usées doivent être utilisés si possible globalement. L'apport en polluants résultant de l'épandage des boues ne doit pas être supérieur au taux d'élimination de la charge en polluants dans le sol (suite aux récoltes, au lessivage et à la dégradation chimique).

Quelles sont les mesures qui permettent d'atteindre au mieux cet objectif (en supposant que la protection des eaux soit maintenue, et que les aspects économiques et sociaux soient pris en compte)? Faut-il aller dans le sens de Madame Larsen, qui préconise des toilettes chimiques, faut-il utiliser exclusivement les boues d'épuration actuellement produites, faut-il isoler systématiquement toutes les sources de pollution tant industrielles qu'artisanales, ou faut-il encore chercher une solution tout ailleurs?

T. Candinas,  
Institut de recherches en protection de l'environnement  
et en agriculture, Liebefeld, 3003 Berne

# Réseau suisse de poisson en diminution

**L'EAWAG et l'OFEFP ont mis sur pied un projet commun de veille ichtyologique. Intitulé «FiSchNetz» (filet de pêche, acronyme de «Netzwerk Fischrückgang Schweiz»), ce projet a pour but d'étudier la baisse dramatique de la pêche, constatée au cours de ces dix dernières années en Suisse. Les milieux scientifiques, gouvernementaux et du secteur privé ont ainsi réuni leurs efforts non seulement pour en déterminer les causes et les effets, mais aussi pour élaborer les mesures correctrices qui s'imposent.**

Les milieux halieutiques sont de plus en plus préoccupés par la diminution des prises. Parallèlement à cette inquiétude, on constate que les annonces d'anomalies touchant au développement sexuel des poissons, des amphibiens, des reptiles et autres animaux sauvages se multiplient au niveau mondial. Par ailleurs, des effets ont également été observés chez l'être humain, telle la diminution du nombre de spermatozoïdes chez les hommes. Certains indices donnent à supposer que ces effets sont en corrélation avec les émissions chroniques de micropolluants dans l'environnement. Ces corrélations doivent être étudiées afin de parvenir à des mesures d'amélioration ciblées et acceptables.

Sur le plan international, les effets des «Endocrine Disruptors» (polluants hormonaux et hormones médicamenteuses) ont notamment fait parler d'eux. Divers projets de recherche ont été consacrés à cette question, tel le projet européen COMPREHEND, auquel collabore également la Suisse. En Suisse, il s'agit surtout de la disparition des poissons dans différents cours d'eau, qui a préoccupé les services de la pêche et les services de protection des eaux.

L'EAWAG et l'OFEFP ont décidé de lancer un projet commun avec les cantons et les instituts

de recherche afin de stimuler les activités suisses en les coordonnant et en les mettant en réseau. Ce projet a été officiellement lancé en décembre 1998 par une direction intérimaire. Un bulletin d'information paraît trimestriellement. Le premier numéro de ce bulletin a été envoyé en janvier à plus de 300 services intéressés.

Constituée de représentants des milieux scientifiques, administratifs et économiques, la direction du projet assume la direction scientifique. Assistée par des chefs de sous-projets, elle est subordonnée pour sa part au comité de direction (réunissant les directions de l'EAWAG et de l'OFEFP, divers conseillers d'Etat, la Fédération suisse de pêche et l'industrie chimique).

Les cantons, les universités, les milieux industriels et autres services sont invités à annoncer à la direction du projet «Fischnetz» tous les projets en cours et projetés en relation avec la disparition des poissons.

Membres de la direction du projet:  
Karl Fent, Walter Giger, Herbert Güttinger, Patricia Holm (EAWAG, Dubendorf), Ueli Ochsenbein (GSA/GBL, Berne), Armin Peter (EAWAG, Kastanienbaum), Erich Staub (OFEFP, Berne), Peter Dollenmeier (CIBA, Bâle).

## Réunion «Fischnetz»

Le 6 mai 1999, le groupe de travail a tenu sa première réunion. Ces réunions facilitent le dialogue entre spécialistes participant au projet et l'information des autorités intéressées.

## Projet «Fischnetz»: questions et objectifs

### Etude de la baisse de la pêche

- Comment documenter objectivement la baisse de la pêche et la diminution des populations de poissons?
- Comment quantifier la diminution effective de ces populations?
- Comment mesurer les atteintes à la santé des poissons?
- A quoi est due la baisse de la pêche? Est-ce dû à la pollution par certaines substances ou à d'autres facteurs, tels que la température, les maladies, la morphologie des cours d'eau, les mesures de repoissonnement? Quels sont les effets conjoints de ces facteurs?
- Des substances isolées ou des groupes de substances peuvent-ils être identifiés comme principales causes? Les atteintes sont-elles imputables à des sources de pollution ponctuelles, comme les exutoires de STEP, ou à des micropolluants diffusés?

### Analyse des effets des micropolluants

- Quel est l'impact des micropolluants potentiels sur les poissons? Quels organes sont-ils touchés? Quels sont les rapports dose-effet?
- Quelle est l'influence des substances touchant à l'équilibre endocrinien des poissons?
- Comment réagissent les populations de poissons à la santé déficiente de quelques individus? Les résultats obtenus en laboratoire sont-ils applicables aux systèmes naturels?

### Mesures à prendre

- Identifier les solutions globales permettant d'éliminer les principales causes de la disparition des poissons, élaborer des solutions sectorielles en fonction des destinataires.
- Mettre en oeuvre des mesures d'intervention, en collaboration avec les services concernés.



Patricia Holm,  
directrice du projet

Pour toute information:  
Projet «Fischnetz», Helga Reutimann  
Tél. 01-823 55 94, fax 01-823 53 75  
helga.reutimann@eawag.ch  
www.fischnetz.ch

Herbert Güttinger, EAWAG

# Personnalités

## Décès de Rudolf Braun

Le professeur Rudolf Braun s'est éteint peu après son 79<sup>e</sup> anniversaire, suite à une longue maladie. C'est une grande perte pour ses proches, ses amis et ses élèves, mais aussi et surtout pour la protection de l'environnement. Personnalité hors du commun, Rudolf Braun a entièrement consacré sa vie professionnelle à la protection de l'environnement.

C'est sous l'influence des professeurs Gäumann et Jaag qu'il s'est enthousiasmé pour l'hydrologie. A l'âge de 26 ans, il a reçu une bourse de l'Université de São Paulo pour étudier les ressources en eau de l'Amazonie, dans l'optique de l'urbanisation du Brésil. Il a ensuite effectué de longs voyages d'études botaniques et biologiques dans plusieurs pays d'Afrique. Pour Rudolf Braun, ces expéditions n'ont pas seulement été un enrichissement scientifique. Elles lui ont permis de développer une vision globale des problèmes à long terme. En 1952, l'Ecole Supérieure des Techniques de Karlsruhe l'invite à prendre la direction de l'Institut d'hydrologie et de gestion qualitative des eaux. Il décline alors l'offre pour retourner en Argovie, son canton d'origine. C'est alors qu'il développe à Aarau ce qui sera l'un des premiers services cantonaux de la protection des eaux. A l'époque, les cours d'eau recouverts de mousse, la mort des poissons et les décharges nauséabondes ornant la périphérie des territoires communaux signalaient les carences évidentes en matière de protection de l'environnement. En 1955, le professeur Jaag invite Rudolf Braun à rejoindre l'EAWAG



et lui confie la tâche de développer le domaine «Gestion des déchets solides».

Jusqu'à sa retraite en 1983, Rudolf Braun s'investira corps et âme dans cette tâche, développant une activité extrêmement diversifiée, tant dans le domaine de la recherche que des applications pratiques. Rudolf Braun n'était toutefois pas homme à vouloir éliminer l'avalanche croissante de déchets seulement par des moyens techniques. Il a aussi été le précurseur de l'optique «moins de déchets» et «plus de recyclage». «Les déchets sont des matières premières mal employées» est l'une de ses phrases les plus citées.

Rudolf Braun a été un expert très recherché, tant en Suisse qu'à l'étranger. Son entregent et son abord très humain lui ont facilité le contact avec les décideurs à tous les échelons.

Rudolf Braun a assumé de nombreuses fonctions dans le cadre de sociétés spécialisées: présidence de l'Association internationale pour l'élimination des déchets et le nettoyage urbain, secrétariat de l'Association internationale des déchets solides, présidence de la Fédération européenne de protection des eaux, présidence de la Ligue suisse pour la protection des eaux et de l'air. Rudolf Braun était également membre de la Commission fédérale pour la gestion des déchets. Le gouvernement allemand l'a également invité à faire partie de la réputée Commission fédérale allemande pour les questions d'environnement. Par le biais de cette institution, Rudolf Braun a également eu une grande influence sur la législation européenne actuellement en vigueur dans le domaine de la gestion des ressources.

Rudolf Braun a été nommé professeur extraordinaire en 1970, puis professeur ordinaire en 1973 à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich. Parallèlement, il est resté à la tête de la division Gestion des déchets à l'EAWAG. Il laisse un héritage scientifique extrêmement diversifié, des spécialistes bien formés, des concepts pour la gestion des déchets, des systèmes et des techniques pour le traitement des déchets, mais aussi des textes législatifs et des jugements de valeur qui ont profondément marqué l'évolution de la protection environnementale. L'EAWAG, l'EPFZ et la société doivent à Rudolf Braun d'avoir œuvré pour la conservation d'un environnement intact. Qu'il en soit remercié ici pour la dernière fois.

Hans Wasmer

## Habilitations

Mark Gessner a effectué ses études de biologie à l'Université de Dusseldorf et à l'Université de Fribourg en Brisgau (Allemagne) ainsi qu'à l'Université de Trent à Peterborough (Ontario, Canada). Ses travaux de doctorat, consacrés aux aspects chimiques et microbiologiques de la dégradation des litières dans les cours d'eau, l'ont ensuite conduit au Centre d'Écologie des Ressources Renouvelables du CNRS à Toulouse (France). Après avoir obtenu son titre de docteur en sciences naturelles à l'Université de Fribourg en Brisgau en 1991, il a participé à un projet de recherche interdisciplinaire à l'Université de Kiel (Allemagne), où ses travaux se sont focalisés sur le processus de dégradation microbienne en milieu littoral lacustre. C'est à l'Université de Kiel qu'il a obtenu en 1996 l'habilitation à diriger les recherches. Suite à son affectation au Dépar-



Mark Gessner

tement de Limnologie à l'EAWAG, il a obtenu une nouvelle habilitation à l'EPFZ; sa leçon inaugurale, qui a eu lieu le 18 janvier 1999, avait pour titre «Les biofilms dans les cours d'eau». Conjointement avec Klement Tockner, Mark Gessner donne un cours sur l'écologie des zones humides et réalise des excursions sur ce thème. Les axes majeurs de ses recherches actuelles sont la dégradation de la matière organique dans les écosystèmes aquatiques ainsi que la productivité des champignons et des bactéries dans les systèmes aquatiques benthiques.



Stefan Haderlein

Le 28 janvier 1999, Stefan Haderlein a tenu sa leçon inaugurale à l'EPFZ, consacrée aux «Concepts chimiques pour l'évaluation de la pollution des eaux souterraines». Il a notamment expliqué comment les traceurs réactifs permettent d'étudier les conditions de réactions dans le sous-sol.

Stefan Haderlein a obtenu son diplôme de géoécologie à l'Université de Bayreuth. A l'EPFZ, il a suivi un cours post-grade en gestion des eaux urbaines et en protection des eaux. Il a ensuite été doctorant au Département des Sciences environnementales. Devenu premier assistant et chargé de cours, Stefan Haderlein met sur pied en 1993 un groupe de travail dans le domaine «Sorptions et transformation chimique des éléments traces organiques dans les systèmes aqueux hétérogènes».

# Publications

Pour vos commandes, veuillez utiliser le bulletin ci-joint.

## Corrigenda

2510 **Biermann, P.R., Albrecht, A., Bothner, M.H., Brown, E.T., Bullen, T.D., Gray, L.B., Turpin, L.**

Erosion, weathering, and sedimentation. In: «Isotope tracers in catchment hydrology», C. Kendall, J.J. McDonnell (Eds.). Elsevier Science B.V., Amsterdam 1998, pp. 647–678.

## Nouvelles publications

2521 **Bucheli, T.D., Müller, S.R., Heberle, S., Schwarzenbach, R.P.**

Occurrence and behavior of pesticides in rainwater, roof runoff and artificial stormwater infiltration. *Environ. Sci. & Technol.*, 32, 3457–3464 (1998).

2522 **Bucheli, T.D., Müller, S.R., Voegelin, A., Schwarzenbach, R.P.**

Bituminous roof sealing membranes as major sources of the herbicide (*R,S*)-mecoprop in roof runoff waters: potential contamination of ground-water and surface waters. *Environ. Sci. & Technol.* 32, 3465–3471 (1998).

2523 **Perlinger, J.A., Buschmann, J., Angst, W., Schwarzenbach, R.P.**

Iron porphyrin and mercaptjuglone mediated reduction of polyhalogenated methanes and ethanes in homogeneous aqueous solutions. *Environ. Sci. & Technol.* 32, 2431–2437 (1998).

2524 **Gächter, R., Wehrli, B.**

Ten years of artificial mixing and oxygenation: No effect on the internal phosphorus loading of two eutrophic lakes. *Environ. Sci. & Technol.* 32, 3659–3665 (1998).

2525 **Knauer, K., Ahner, B., Xue, H.B., Sigg, L.**

Metal and phytochelatin content in phytoplankton from freshwater lakes with different metal concentrations. *Environ. Toxicol. & Chem.* 17, No. 12, 2444–2452 (1998).

2526 **Schäfer, A., Harms, H., Zehnder, A.J.B.**

Bacterial accumulation at the air-water interface. *Environ. Sci. & Technol.* 32, No. 23, 3704–3712 (1998).

2527 **Bichsel, Y., von Gunten, U.**

Determination of iodide and iodate by ion chromatography with postcolumn reaction and UV/visible detection. *Anal. Chem.* 71, No. 1, 34–38 (1999).

2528 **van der Meer, J.R., Zepp, K., Eggen, R.**

Modern methods for detection of microorganisms and their activity. *Bio World* 3, No. 5, 3–8 (1998).

2529 **Boller, M., Mottier, V.**

Wasserwirtschaftliche Bedeutung der Regenwasserversickerung am Beispiel einer Region. *Z. für Kulturtechnik und Landentwicklung* 39, 247–254 (1998).

2530 **Güttinger, H.**

Auf dem Weg zu einer Bildung nach Mass. Erfahrungen und Visionen aus der Umwelt-Weiter-

bildung. *Neue Zürcher Ztg.* Nr. 243, 20.10.1998, Beilage «Studium und Beruf».

2531 **Güttinger, H.**

Probleme früher erkennen, besser kommunizieren und verhindern. Tagung «Macht uns die Umwelt krank?», 28. Mai 1998. *VGL Information* Nr. 3, 4–5 (1998).

2532 **van der Meer, J.R.**

Bakterien: die unsichtbaren Helfer. *Schweiz. Tech. Z., Technik Aktuell* 5, 44–47 (1998).

2533 **Ravatt, R., Studer, D., Zehnder, A.J.B., van der Meer, J.R.**

Int-B13, an unusual site-specific recombinase of the bacteriophage P4 integrase family, is responsible for chromosomal insertion of the 105-kilobase *clc* element of *Pseudomonas* sp. strain B13. *J. Bacteriol.* 180, No. 21, 5505–5514 (1998).

2534 **van der Meer, J.R., Werlen, C., Noshino, S.F., Spain, J.C.**

Evolution of pathway for chlorobenzene metabolism leads to natural attenuation in contaminated groundwater. *Appl. Environ. Microbiol.* 64, No. 11, 4185–4193 (1998).

2535 **Meckenstock, R., Steinle, P., van der Meer, J.R., Snozzi, M.**

Quantification of bacterial mRNA involved in degradation of 1,2,4-trichlorobenzene by *Pseudomonas* sp. strain P51 from liquid culture and from river sediment by reverse transcriptase PCR (RT/PCR). *FEMS Microbiol. Lett.* 167, 123–129 (1998).

2536 **Robinson, C.T., Gessner, M.O., Ward, J.V.**

Leaf breakdown and associated macroinvertebrates in alpine glacial streams. *Freshwater Biol.* 40, 215–228 (1998).

2537 **Bundi, U., Frutiger, A., Göldi, C., Hütte, M., Kupper, U., Liechi, P., Meier, W., Niederhauser, P., Peter, A., Sieber, U., von Blücher, U., Willi, H.P.**

Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer: Modul-Stufen-Konzept. Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 26 (Vollzug Umwelt). Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern 1998, 43 Seiten.

2538 **Beyerle, U., Purtschert, R., Aeschbach-Hertig, W., Imboden, D.M., Loosli, H.H., Wiler, R., Kipfer, R.**

Climate and groundwater recharge during the last glaciation in an ice-covered region. *Science* 282, 731–734 (1998).

2539 **Fent, K., Woodin, B.R., Stegeman, J.J.**

Effects of triphenyltin and other organotins on hepatic monooxygenase system in fish. *Comparative Biochem & Physiol. Part C* 121, 277–288 (1998).

2540 **Pianta, R., Boller, M., Janex, M.-L., Chap-paz, A., Birou, B., Ponce, R., Walther, J.-L.**

Micro- and ultrafiltration of karstic spring water. *Desalination* 117, 61–71 (1998).

2541 **Fankhauser, R.**

Influence of systematic errors from tipping bucket rain gauges on recorded rainfall data. *Water Sci. Tech.* 37, No. 11, 121–129 (1998).

2542 **Maurer, M., Gujer, W.**

Dynamic modelling of enhanced biological phosphorus and nitrogen removal in activated sludge systems. *Water Sci. Technol.* 38, No. 1, 203–210 (1998).

2543 **Moser-Engeler, R., Udert, K.M., Wild, D., Siegrist, H.**

Products from primary sludge fermentation and their suitability for nutrient removal. *Water Sci. Tech.* 38, No. 1, 265–273 (1998).

2544 **Müller, B., Lotter, A.F., Sturm, M., Ammann, A.**

Influence of catchment quality and altitude on the water and sediment composition of 68 small lakes in Central Europe. *Aquatic Sci.* 60, 316–337 (1998).

2545 **Wüest, A., Gloor, M.**

Bottom boundary mixing: the role of near-sediment density stratification. In: «Physical processes in lakes and oceans», J. Imberger (ed.). *Coastal and Estuarine Studies*, 54, 485–502 (1998).

2546 **Imboden, D.**

The influence of biogeochemical processes on the physics of lakes. In: «Physical processes in lakes and oceans», J. Imberger (ed.). *Coastal and Estuarine Studies*, 54, 591–612 (1998).

2547 **Sticher, P.**

Growth Physiology and application of selected alkane degrading microorganisms. *Diss. ETHZ* No. 12581, Zürich (1998).

2548 **Känel, B. R.**

Effects of aquatic plant removal on lotic ecosystems. *Diss. ETHZ* Nr. 12651, Zürich (1998).

2549 **Brunke, M.**

The influence of hydrological exchange patterns on environmental gradients and community ecology in hyporheic interstices of a prealpine river. *Diss. ETHZ* No. 12734, Zürich (1998).

2550 **Hilger, S.**

Kolloidale und partikuläre Phosphoreinträge in zwei Hauptzuflüssen des Luganer Sees. *Diss. ETHZ* Nr. 12807, Zürich (1998).

2551 **Suske, W. A.**

Function, properties, and regulation of 2-hydroxybiphenyl 3-monooxygenase. *Diss. ETHZ* No. 12847, Zürich (1998).

2552 **Raschke, H.**

Reactions catalysed by the chlorobenzene dioxygenase and *cis*-chlorobenzene dihydrodiol dehydrogenase of *Pseudomonas* sp. Strain P51. *Diss. ETHZ* No. 12840, Zürich (1998).

# Livres

Pour vos commandes, veuillez vous adresser à votre libraire. Merci!

**Baccini, P., Dürrenberger, G., Friedrich, S., Oswald, F.**  
Stadt an der Wigger. Impulse für die Zukunft setzen. Zwischenbericht zum Workshop vom 1.-5. 6. 1998 in Aarburg. ETH-ORL und EAWAG, Zürich und Dübendorf 1998, 39 Seiten.

**Belevi, H.**  
Environmental engineering of municipal solid waste incineration. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich 1998, 148 S. ISBN 3-7281-2659-4.

**Brancelj, A., De Meester, L., Spaak, P. (Eds.)**  
Cladocera: the biology of model organisms. Proc. 4th Internat. Symposium on Cladocera, Postojna, Slovenia, 8-15 August 1996. (Reprinted from Hydrobiologia 360, 1997) Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London 1997. ISBN 0-7923-5052-9.

**Cebon, P., Dahinden, U., Davies, H.C., Imboden, D.M., Jaeger, C.C. (Eds.)**  
Views from the Alps. Towards regional assessments of climate change. MIT-Press, Cambridge, Mass. 1998, 515 pp.

**Harms, S., Truffer, B.**  
The emergence of a nation-wide carsharing cooperative in Switzerland. A case study for the project «Strategic niche management as a tool for transition to a sustainable transportation system». Report to the European Commission, DG XII, 1998, 75 pp.

**Harms, S., Truffer, B.**  
Stimulating the market for lightweight electric vehicles. The experience of the Swiss Mendrisio project. A case study for the project «Strategic niche management as a tool for transition to a sustainable transportation system». Report to the European Commission, DG XII, 1998, 56 pp.

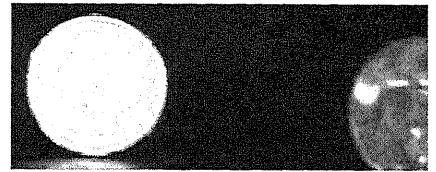
**Heinss, U., Larmie, S.A., Strauss, M.**  
Solids separation and pond systems for the treatment of faecal sludges in the tropics – Lessons learnt and recommendations for preliminary design. SANDEC Report No. 5, Dübendorf 1998, 74 pp.

**Jaeger, C., Beck, A., Bieri, L., Dürrenberger, G., Rudel, R.**  
Klimapolitik: Eine Chance für die Schweiz. vdf Hochschul Verlag AG an der ETH Zürich 1998, 140 Seiten, ISBN 3-7281-2570-9.

**Knie, A., Berthold, O., Harms, S., Truffer, B.**  
Die Neuerfindung urbaner Automobilität. Elektroautos in den USA und in Europa. Berlin, Sigma 1999. ISBN 3-89404-186-2.

**Wüest, A. (Ed.)**  
Physical processes in natural waters. Special Issue of Aquatic Sci. 60, No. 3, 189-277 (1998).

**Dahinden, Urs**  
Demokratisierung der Umweltpolitik – Ökologische Steuern im Urteil von Bürgerinnen und Bürgern. Edité par Nomos-Verlag, à Stuttgart (D), 1999.



Ces dernières années, les procédés dits discursifs se sont multipliés pour la gestion des conflits politiques dans le domaine environnemental et technologique. Ces méthodes ont pour nom médiation, cellules de planification, conférences de conciliation, sondages délibératifs et groupes thématiques. Ces procédés peuvent certes être considérés comme prometteurs, mais ils constituent surtout un pas vers la démocratisation desdits domaines politiques. Or, toute l'importance de cette fonction n'a pas encore été perçue. L'ouvrage de U. Dahinden traite de la méthodologie des procédés discursifs. Il met tout particulièrement l'accent sur les questions de réalisation et d'évaluation et présente ensuite une étude de cas empirique: des citoyennes et des citoyens ont constitué des groupes thématiques pour débattre de l'introduction d'instruments économiques dans le domaine énergétique (taxe sur le CO<sub>2</sub>, taxe sur l'énergie, labels énergétiques). Le but de ces groupes thématiques était de parvenir à un consensus, c'est-à-dire une recommandation exprimant l'avis des citoyennes et des citoyens. L'évaluation des discussions tient compte de la dynamique de la recherche du consensus et de l'importance de certains arguments. Les résultats révèlent que ces nouveaux instruments économiques sont largement admis, même si la motivation de ce soutien diffère largement selon qu'on considère les non-initiés ou les spécialistes. Le recours aux procédés dits discursifs en est à ses débuts. Le dernier chapitre propose donc diverses pistes pour développer de tels procédés, en théorie comme en pratique.

Veuillez m'envoyer s.v.p.:

EAWAG news  numéro \_\_\_\_\_  
 en français  en allemand  en anglais  régulièrement

Publications (n°) \_\_\_\_\_

Rapport annuel 1998  informations générales  
 plan d'accès à l'EAWAG

Programme des cours PEAK  
 1999  chaque année

Invitation aux séminaires du vendredi  
 1999  chaque année

Expéditeur:

Nom \_\_\_\_\_

Prénom \_\_\_\_\_

Entreprise / organisation \_\_\_\_\_

Fonction \_\_\_\_\_

Rue/n° \_\_\_\_\_

NPA/lieu \_\_\_\_\_

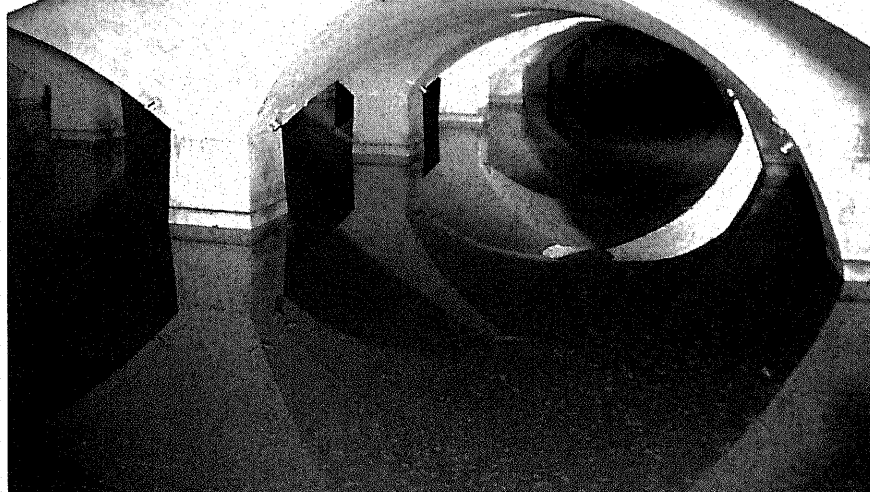
Téléphone \_\_\_\_\_

Téléfax \_\_\_\_\_

Date / signature \_\_\_\_\_

A remplir et à renvoyer à la Bibliothèque, Überlandstrasse 133, CH-8600 Dübendorf

Le bulletin 49f des EAWAG news traitera de la  
 journée d'information du 14 septembre 1999  
 «Les eaux souterraines - eau potable et espace vital»



### 100e licence AQUASIM

Mis au point par la division Informatique et analyse de systèmes de l'EAWAG, le logiciel AQUASIM sert à simuler et à analyser les données des systèmes aquatiques. AQUASIM permet à l'utilisateur de représenter la configuration spatiale du système aquatique considéré à l'aide d'éléments fonctionnels et de relations prédéfinies. L'utilisateur peut ensuite définir les substances et les processus de transformation qu'il souhaite étudier. Il peut enfin générer des simulations et des analyses de sensibilité et évaluer les paramètres du modèle à l'aide de données mesurées. Les éléments fonctionnels actuellement disponibles sont les réacteurs à homogénéisation complète, les réacteurs à biofilm, les réacteurs à courant longitudinal, les colonnes de terrain, les cours d'eau et les lacs. Développé pour les besoins internes de l'EAWAG, AQUASIM est utilisé dans le cadre de nombreux projets de recherche. Suite à une forte demande externe, il est en vente depuis 1994. En décembre 1998, la 100e licence AQUASIM a été commandée. Actuellement, AQUASIM est utilisé dans plus de 100 hautes écoles ou bureaux d'études-conseils répartis dans non moins de 30 pays (Australie, Belgique, Danemark, Allemagne, Finlande, France, Grande-Bretagne, Irlande, Israël, Italie, Japon, Canada, Corée, Malaisie, Pays-Bas, Norvège, Autriche, Portugal, Russie, Suède, Suisse, Singapour, Espagne, Sri Lanka, Afrique du Sud, Thaïlande, Turquie, Hongrie, Uruguay et Etats-Unis.)

<http://www.aquasim.eawag.ch>

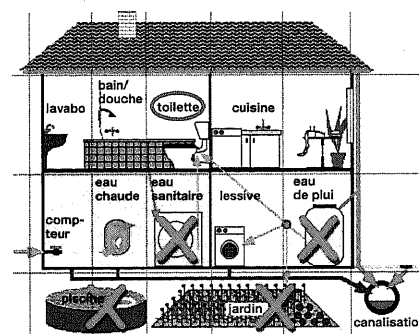
### Le calculateur d'eau personnel

En Suisse, la majeure partie de la population ignore combien elle paie pour l'eau potable. Cette eau est bon marché et semble être disponible en surabondance. Dès lors, il n'est pas étonnant qu'on ne se soucie guère des économies d'eau. Au demeurant, les spécialistes de la branche sanitaire ont plutôt tendance à dissuader les intéressés, bien qu'au cours de ces prochaines années, il faille s'attendre à un relèvement considérable des taxes pour l'épuration des eaux usées.

Le calculateur d'eau personnel est un outil Internet dont le but est de sensibiliser le public. Il permet de calculer la consommation d'eau, la quantité d'eaux usées produites, la consommation d'eau chaude, l'énergie et les coûts. Les utilisateurs pourront ainsi évaluer l'impact écologique de leur style de vie et explorer sur le mode ludique les possibilités d'améliora-

tions techniques. La conception du programme repose non seulement sur un traitement sérieux des données, mais aussi sur une présentation graphique, colorée et humoristique.

Andreas Schönborn



<http://www.novaquatis.eawag.ch>

### Sondage

Nous attendons volontiers vos commentaires spontanés concernant la présentation, la lisibilité et le contenu de notre nouvelle maquette par fax (01-823 53 75) ou par courriel ([eawagnews@eawag.ch](mailto:eawagnews@eawag.ch)).

Merci beaucoup! **Diana Hornung, rédaction**

	très bien	bien	pas bien
Présentation	☺	☺	☺
Lisibilité	☺	☺	☺
Contenu	☺	☺	☺

Remarques: .....

.....

.....

.....