

MELIMEX, une étude expérimentale de pollution par les métaux lourds

R. Gächter

Les concentrations élevées de métaux dans les sédiments récents indiquent nettement que la pollution des systèmes aquatiques par les métaux lourds a augmenté presque dans le monde entier au cours des dernières décennies. En dépit de cela, peu de cas de perturbations manifestement destructives des populations aquatiques ont été rapportés. Il serait cependant faux d'en conclure que la pollution par les métaux lourds, largement étendue, restera sans effets sur les organismes aquatiques. Il y a plutôt lieu de supposer qu'il n'a pas encore été possible de détecter des altérations dans ces écosystèmes du fait de l'absence de systèmes de contrôle comparables et non pollués, ou alors du fait que les altérations n'ont pas pu être mises en rapport avec les charges de métaux lourds parce qu'il y avait simultanément contamination par d'autres substances.

La plupart des informations dont on dispose, concernant les conséquences de la pollution par les métaux lourds pour les organismes aquatiques, proviennent d'expériences sur les effets à court terme des concentrations accrues de métaux lourds, ou de quelques observations sur le terrain faites à des endroits où règnent des charges extrêmement élevées. Quoique ces expériences et observations procurent des informations fort intéressantes sur la toxicité aiguë, il ne faut pas oublier que l'exposition prolongée à des concentrations bien plus basses peut éliminer les espèces sensibles et ainsi causer de grands changements dans la composition des espèces. Du fait des rapports entre les espèces (p. ex. la concurrence pour la nourriture ou les interactions prédateur-proie, etc.), même des espèces supportant bien les métaux lourds peuvent être atteintes ou même éliminées. D'autre part, une population donnée peut fortement réagir dans le cadre d'une expérience à court terme, alors que son métabolisme peut s'adapter au cours d'une exposition prolongée, de sorte qu'il n'est plus possible de déceler des effets évidents. Ainsi, en se basant sur les informations dont on dispose, il est extrêmement difficile, sinon impossible, de prédire les conséquences écologiques d'une décharge continuellement augmentée de métaux lourds dans un lac, en particulier lorsqu'il faut prendre en considération les interactions simultanées de différents métaux.

C'est pour cette raison que, de manière analogue à l'étude marine CEPEX [4], on a entrepris une expérience à long terme nommée MELIMEX (MEtal LIMnological EXperiment) dans le but de rechercher et d'étudier:

- comment les concentrations de métaux lourds légalement tolérées pour les rivières (tableau 1) influencent le phytoplancton [5], le zooplancton [13], les bactéries [3] et la faune du fond [10] d'un lac;
- l'accumulation et la distribution des métaux Hg, Cu, Cd, Zn et Pb dans différents maillons dans la chaîne alimentaire naturelle [6];

MELIMEX, an experimental heavy metal pollution study

R. Gächter

Elevated metal concentrations in recent sediments strongly indicate that during recent decades, heavy metal pollution of aquatic systems has increased practically all over the world. In spite of this, only a few cases of obviously adverse perturbations of aquatic populations have been reported. Nevertheless, it would be incorrect to conclude from this, that the widespread heavy metal pollution will be without effect on aquatic organisms. It must rather be assumed that changes in these ecosystems have not been able to be detected for lack of comparable unpolluted control systems or that they could not be related to increased heavy metal loadings because contamination with other substances changed simultaneously.

Most of the available information regarding the consequences of heavy metal pollution for aquatic organisms stems from experiments investigating short-term effects of increased heavy metal concentrations, or from a few field observations made at extremely heavily loaded sites. Although such investigations provide very valuable information about acute toxicity it must be kept in mind, that long-term exposure at much lower concentrations may eliminate sensitive species and thus cause major shifts in species composition. Due to interspecific relationships (e. g. competition for nutrient or predator-prey interactions, etc.) also heavy metal tolerant species might become negatively affected or even be eliminated. On the other hand a given population may strongly react in a short-term experiment but adapt metabolically during long-term exposure, so that finally no obvious effects can be detected anymore. Thus, based on the available information, it is extremely difficult, if not impossible, to predict ecological consequences of a continuously increased heavy metal discharge to a lake, especially if simultaneous interactions of different metals have to be considered.

For this reason, analogous to the marine CEPEX [4] experiment, a long-term experiment, called MELIMEX (MEtal LIMnological EXperiment), was initiated

- to study how the heavy metal concentrations legally tolerated for rivers (see table 1) would affect phytoplankton [5], zooplankton [13], bacteria [3] and bottom fauna [10] of a receiving lake;
- to study accumulation and distribution of Hg, Cu, Zn and Pb in different compartments of a natural food web [6];
- to investigate mechanisms which contribute to sedimentation and redissolution of different metals at the sediment-water interface [1, 7];
- to investigate, if increased heavy metal concentrations would affect either production or decomposition of dissolved organic ligands and thus would alter speciation and physiological availability of heavy metals [2, 5, 11].

Fig. 1
Diagramme d'un cylindre.
I = arrivée d'eau, P = plate-
forme d'échantillonnage, RF =
feuille en caoutchouc, S₅ et S₁₀ =
trappe de sédimentation à
respectivement 5 et 10 m,
S = sédiment, PF = feuille de
polyéthylène, FC = manchette
flottante, A-C = câble d'ancrage.

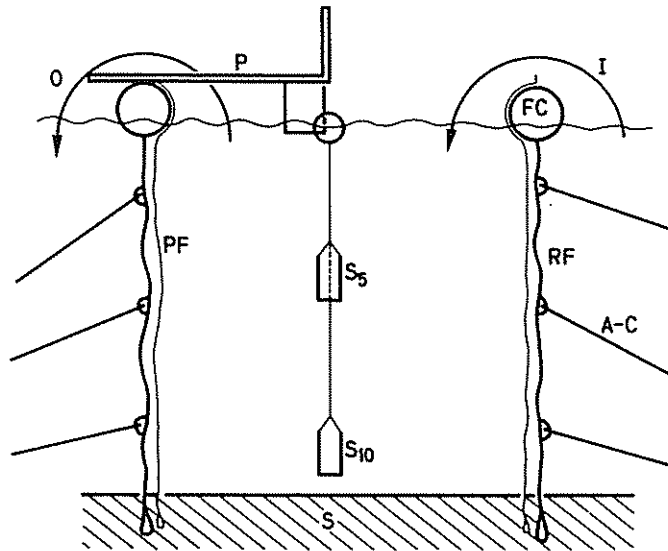


Fig. 1
Diagram of limno-corrals.
I = inflow, O = outflow,
P = sampling-plat-form,
RF = rubber foil, S₅ and
S₁₀ = sedimentation trap
in 5 and 10 m respectively,
S = sediment, PF = poly-
ethylene foil, FC = float-
ing collar, A-C = anchor-
cable.

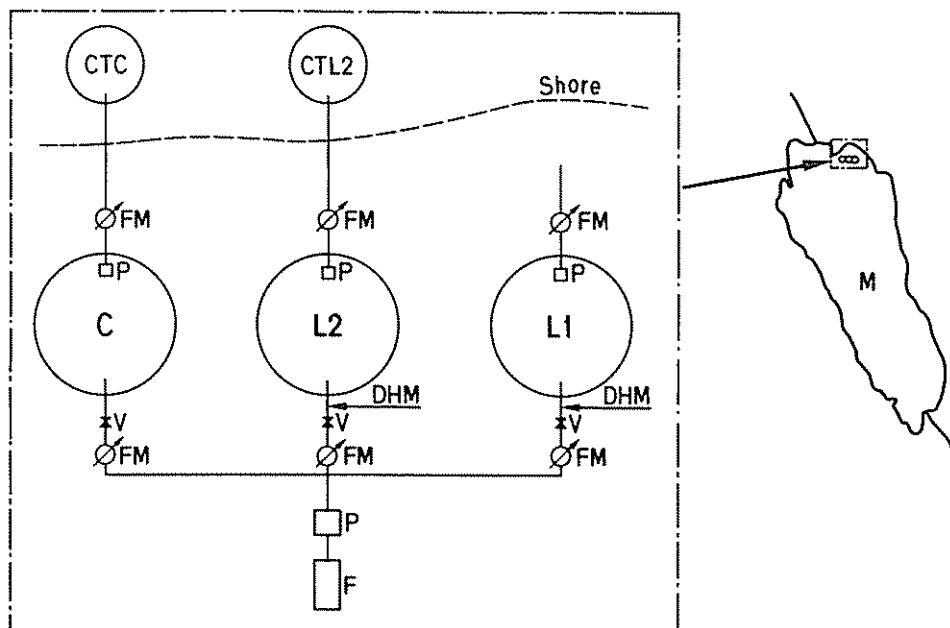


Fig. 2
Schéma du système de pompage et dosage des métaux et situa-
tion du lieu d'expérience. CTC et CTL2 = bassins circulaires, FM =
débitmètre, P = pompe, C = contrôle, L1 et L2 = cylindres chargés
de métaux, HMD = dosage de concentrations de métaux lourds,
V = valve, F = filtre.

Fig. 2
Scheme of pumping and metal dosing system and experimen-
tal site. CTC and CTL2 = circular troughs, FM = flow meter, P = pump,
C = control, L1 and L2 = metal loaded limno-corrals, HMD = dos-
age of heavy metal solution, V = valve, F = filter.

- les mécanismes qui contribuent à la sédimentation et à la redissolution de différents métaux à la limite sédiment-eau [1, 7];
- si les concentrations accrues de métaux lourds influencent soit la production, soit la décomposition de ligands organiques dissous et modifient ainsi la spécification et la disponibilité physiologique des métaux lourds [2, 5, 11].
La technique choisie pour l'étude de l'influence d'une charge accrue de métaux lourds sur une communauté pélagique naturelle consistait à isoler une partie de l'environnement en utilisant de grands cylindres et en simulant l'arrivée et la sortie d'eau par des pompes. Les figures 1 et 2 montrent le principe de construction. Les cylindres, d'un diamètre de 12 m, furent installés dans le lac Baldegger à un endroit où la profondeur était d'environ 10 m.
Le débit hydraulique durant toute l'expérience était de 11.5 m³/j. Ainsi, la durée moyenne de renouvellement de l'eau des cylindres était de l'ordre de 100 jours. Alors que les con-

The selected technique to study the effect of increased heavy metal loading on a natural pelagic community was to isolate part of the environment using large cylinders and to simulate inflow and outflow by pumping water into and out of the enclosures. Figures 1 and 2 show the principle of construction. The limno-corrals with a diameter of 12 m were installed in Lake Baldegger at a site where water depth reached about 10 m.
The average hydraulic loading throughout the whole experiment yielded 11,5 m³/day. Thus the mean refilling time of the limno-corrals was in the order of 100 days. Whereas metal concentrations of the inflow to the control (C) were identical to ambient concentrations of the lake, dosage of a highly concentrated inorganic metal solution increased the metal concentration in the inflows of the two metal loaded corrals (L1 and L2) to the values listed in table 1.
The MELIMEX study, which thematically was organized as shown in Figure 3 yielded some important results which

Tableau 1. Concentrations maximales légalement tolérées pour différents métaux lourds dans les eaux courantes suisses. Concentrations moyennes dans les arrivées d'eau dans le cylindre C (contrôle) et les cylindres L1 et L2 fortement chargés de métaux lourds. les chiffres indiquent 10⁻⁸ molc./l, n.d. = non décelable.

| | Hg | Cu | Cd | Zn | Pb | |
|---|------|----|------|-----|-----|--|
| Concentrations tolérées dans les eaux courantes suisses | 0.5 | 16 | 4.5 | 308 | 24 | Tolerated concentrations in Swiss running waters |
| Concentrations moyennes dans les arrivées d'eau dans les cylindre C | n.d. | 2 | 0.06 | 10 | 0.1 | Average inflow concentrations of limno-coral C |
| Concentrations moyennes dans les arrivées d'eau dans les cylindres L1 et L2 | 0.5 | 18 | 4.5 | 320 | 24 | Average inflow concentrations of limno-coral L1 and L2 |

centrations de métaux de l'arrivée d'eau au cylindre de contrôle (C) étaient identiques aux concentrations ambiantes du lac, l'addition d'une solution fortement concentrée de métal inorganique augmentait la concentration métallique dans les arrivées d'eau des deux cylindres chargés de métaux lourds (L1 et L2) aux valeurs indiquées dans le tableau 1.

De l'expérience MELIMEX, qui thématiquement fut organisée comme le montre la figure 3, on tira quelques résultats importants qu'il convient de prendre en considération dans les discussions sur les effets écologiques et le comportement chimique des métaux lourds dans les écosystèmes lacustres. Voici, en résumé, les principales conclusions qui peuvent être tirées de l'étude en question:

1. L'augmentation de la charge en métaux lourds dans les lacs jusqu'aux limites légales actuellement tolérées (tableau 2) nuit au phytoplancton, au zooplancton et à la faune benthique du lac [5, 10, 13]. Elle provoque de grands changements dans la composition des populations: diminution du phytoplancton et augmentation des espèces plus résistantes aux métaux lourds, espèces qui absorbent moins de métal par unité de biomasse [5, 6].
2. Bien qu'en général l'augmentation de la charge en métaux d'un lac provoque une augmentation de la teneur des organismes en métaux, le cuivre, le mercure, le cadmium, le zinc et le plomb inorganiques ne s'accroissent pas biologiquement dans la chaîne alimentaire, à l'encontre de ce qui fut par exemple observé pour les hydrocarbures chlorés [6]. Les jeunes poissons semblent être capables de contrôler leur teneur en cuivre et en zinc et de la maintenir à un niveau constant en dépit des concentrations ambiantes.
3. Selon leur nature chimique, les métaux Hg, Cu, Cd, Zn et Pb sont éliminés d'un écosystème aquatique à des vitesses différentes [1]. On en conclut que, dans les lacs, c'est le phytoplancton qui absorbe la plus grande partie des sels de métaux lourds dissous; aux concentrations de métaux en cause, la précipitation inorganique n'est pas importante. Ainsi les concentrations de métaux dissous ne dépendent pas seulement de la charge en métaux apportée de l'extérieur dans le lac, mais de l'état trophique de ce dernier.
4. L'augmentation des concentrations de métaux n'influence pas les biota du lac, mais peut aussi indirectement apporter des modifications dans son spectre de composés organiques dissous [5, 11], modifications qui influencent la spéciation des métaux [5]. Toutefois il n'a pas encore été possible de résoudre avec certitude la question de savoir si elles influencent aussi la disponibilité des métaux à l'égard des organismes aquatiques [2, 5].

Table 1. Maximum legally tolerated concentrations for different heavy metals in Swiss running waters. Average concentrations in the inflows to limno-coral C (control) and the heavy metal loaded limno-corals L1 and L2. Numbers indicate 10⁻⁸ mole/l, n.d. = not detectable.

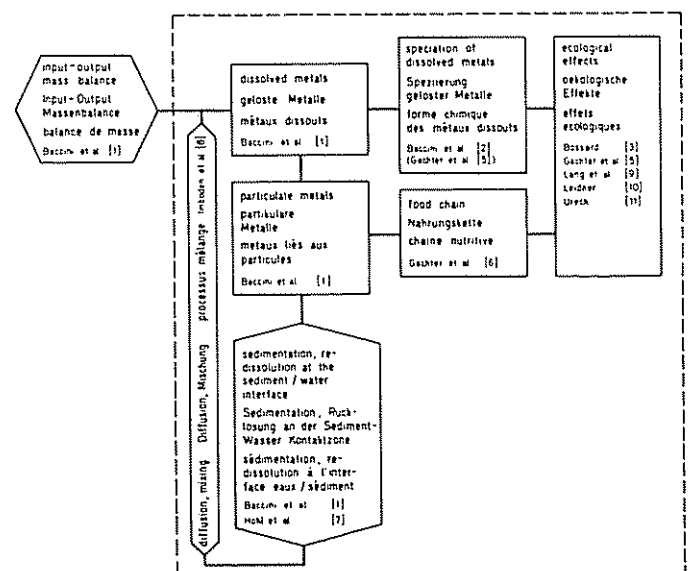
should be considered, when ecological effects and chemical behaviour of heavy metals in lake ecosystems are discussed. The major findings may be summarized as follows: 1. Increasing the heavy metal load of lakes up to the actually legally tolerated limits (see table 2) adversely affects its phytoplankton, zooplankton and bottom fauna [5, 10, 13]. It causes major shifts in phytoplankton community towards more metal resistant species which take up less metal per unit of biomass [5, 6].

2. Although increasing the metal load of a lake in general causes an increase of its organisms metal content, inorganic copper, mercury, cadmium, zinc and lead are not biomagnified in the food chain as was observed, e.g. for chlorinated hydrocarbons [6]. Fish fry seem to be able to control its copper and zinc content and to maintain it on a constant level, regardless of environmental concentrations.

3. Depending on their chemical nature, Hg, Cu, Cd, Zn and Pb become eliminated at different rates from an aquatic ecosystem [1]. It is concluded that in lakes, uptake by phytoplankton is the main sink for dissolved heavy metal salts; at the metal concentrations under discussion, inorganic precipitation is unimportant. Thus, concentrations of dissolved metals depend not only on the external metal loading of a lake but also are strongly affected by its trophic state.

4. Increased metal concentrations not only affect a lake's biota, but as an indirect result also may cause changes in its spectrum of dissolved organic compounds [5, 11]. Such changes influence metal speciation [5] but the question, if they also would influence the availability of metals to aquatic organisms, could not yet be answered unequivocally [2, 5].

Fig. 3
Organisation thématique de l'étude MELIMEX.
Thematical organization of the MELIMEX-study.



References:

1. Baccini, P., Ruchti, J., Wanner, O., and Grieder, E.: MELIMEX: Regulation of trace metal concentrations in limno-corrals. *Schweiz. Z. Hydrol.* 41, 202-227 (1979).
2. Baccini, P., and Sutter, U.: MELIMEX: Chemical speciation and biological availability of copper in lake water. *Schweiz. Z. Hydrol.* 41, 285-308 (1979).
3. Bossard, P., and Gächter, R.: MELIMEX: Effects of increased heavy metal loads on uptake of glucose by natural planktonic communities. *Schweiz. Z. Hydrol.* 41, 261-270 (1979).
4. CEPEX: Various authors and titles. *Bull. mar. Sci.* 27, 1-146 (1977).
5. Gächter, R., and Mares, A.: MELIMEX: Effects of increased heavy metal loads on phytoplankton communities. *Schweiz. Z. Hydrol.* 41, 228-246 (1979).
6. Gächter, R., and Geiger, W.: MELIMEX: Behaviour of heavy metals in an aquatic food chain. *Schweiz. Z. Hydrol.* 41, 271-284 (1979).
7. Hohl, H., and Vagenknecht, Anna.: MELIMEX: Particle size distribution in heavy metal loaded and control model lakes. *Schweiz. Z. Hydrol.* 41, 190-201 (1979).
8. Imboden, D., Eid, B., Schurter, M., Joller, T., and Wetzel, J.: MELIMEX: Vertical mixing in a large limno-corrall. *Schweiz. Z. Hydrol.* 41, 177-189 (1979).
9. Lack, T. J., and Lund, J. W. G.: Observations and experiments on the phytoplankton of Belham Tarn. *English Lake District. I. The experimental tubes.* *Freshwat. Biol.* 4, 399-415 (1974).
10. Lang, C., and Lang-Dobler, B.: MELIMEX: Oligochaetes and chironomid larvae in heavy metal loaded and control-corrals. *Schweiz. Z. Hydrol.* 41, 271-276 (1979).
11. Leidner, A.: Freie und gebundene, gelöste Aminosäuren in einem mit Schwermetallen belasteten und einem unbelasteten Kontroll-Modellsee. Not published.
12. Thomas, W. H., Holm-Hansen, O., Seibert, D. L. R., Azam, F., Hodson, R., and Takahashi, M.: Effects of copper on phytoplankton standing crop productivity: CEPEX. *Bull. mar. Sci.* 27, 34-43 (1977).
13. Urech, J.: MELIMEX: Effects of increased heavy metal load on crustacea plankton. *Schweiz. Z. Hydrol.* 41, 247-260 (1979).

Variations saisonnières des composants chimiques dans les rivières

Joan S. Davis

Différents objectifs des études de rivières

Etant donné que l'on se rend de plus en plus compte des charges que l'homme impose à l'eau des rivières et de la nécessité de maintenir la qualité de cette eau, le réseaux de surveillance et les études de rivières en général se sont multipliés.

Le but immédiat étant de déterminer la qualité momentanée de l'eau, les données recueillies constituent en plus une base d'information qui peut aider à la planification et à l'évaluation des mesures d'assainissement. A ces fins, il convient, dans l'interprétation des données, de prendre en considération des aspects additionnels tels que:

- caractérisation de la rivière et des aménagements naturels venant de son aire de drainage;
- détermination des types de substances qui entrent dans la rivière, provenant des communes, de l'agriculture et de l'industrie; évaluation des charges respectives;
- interactions entre l'eau de rivière et la nappe phréatique et l'effet qui en résulte, en particulier en ce qui concerne l'utilisation comme eau potable.

Des quantités considérables de données ont été recueillies par les études de surveillance; cependant, à part le fait qu'elles permettent de déterminer la qualité de l'eau et, dans certains cas, les tendances générales, l'évaluation des données est restée bien loin derrière leur accumulation. C'est partiellement dû à la complexité des facteurs qui contribuent à la caractérisation de l'eau. Il est par conséquent parfois difficile de distinguer avec netteté quel est le système de comportement. Or, si l'on ne comprend pas le dit système, on ne peut estimer convenablement l'importance de la charge anthropogène ni déterminer l'effet des mesures d'assainissement.

Etude à long terme de rivière suisse; observation des effets saisonniers

Une précieuse base d'information pour l'étude du comportement des composants chimiques dans les rivières est en train de se développer à partir des données couramment recueillies au cours d'un programme national d'étude de rivière (mené par l'EAWAG, le Service fédéral d'hydrologie et l'Office fédéral de protection de l'environnement). Depuis 1974, des paramètres chimiques ont été mesurés dans des échantillons mixtes prélevés en continu chaque semaine à

Seasonal Changes of Chemical Components in Rivers

Joan S. Davis

Various purposes of river studies

The increasing awareness of man's impact upon river water and of the necessity of maintaining riverwater quality, has prompted the expansion of surveillance networks and river studies in general. Beyond serving the immediate aim of determining momentary river quality, the data provide an information base that can aid in the design and evaluation of water protection measures. For such purposes, the data interpretation needs to consider additional aspects such as:

- characterization of the river and the natural inputs from its drainage area
- determination of the types of substances entering the river from various community, agriculture and industrial sources; estimation of these respective loads
- interrelations of river water with ground water and the resulting impact, particularly with respect to its use as drinking water

The amount of data accumulated from surveillance studies is substantial, but with the exception of determining water quality, and in some cases general trends, data-evaluation has lagged far behind data collection. This is partially due to the complexity of factors that contribute to the characterization of the water. A recognizable pattern of behaviour is therefore often difficult to detect. Without an understanding of the behaviour, however, neither the impacts of anthropogenic loading nor the effects of amelioration measures can be reasonably determined.

A long-term river study in Switzerland; seasonal effects observed

Out of the data currently being collected in a national river study program (carried out by the EAWAG, the Federal Water Resources Bureau and the Federal Office of Environmental Protection) a valuable information base for the study of the behaviour of chemical components in rivers is evolving. Since 1974, chemical parameters have been measured in weekly continuous composite samples from various stations on the main rivers of Switzerland. In such continuous composite sampling, daily cycles and fluctuations are in effect smoothed out, thus reducing the scattering of the data as compared to grab samples. Nonetheless, a clear pattern is not immediately apparent even in a straightforward flow (Q)-concentration diagram, as shown in the case of

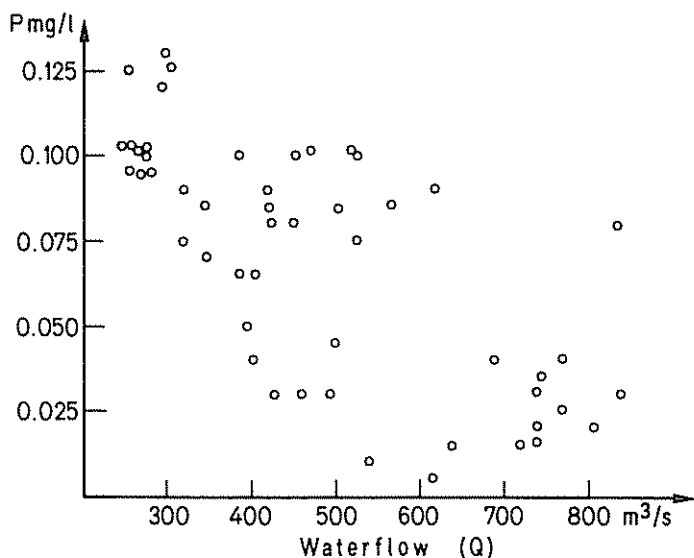


Fig. 4
Concentration du o-phosphate dans les échantillons mixtes hebdomadaires, en fonction du débit; échantillons pris à Rekingen, sur le Rhin.

Concentration of o-phosphate in weekly composite samples as a function of waterflow; sampling-station Rekingen, rhine river, 1978.

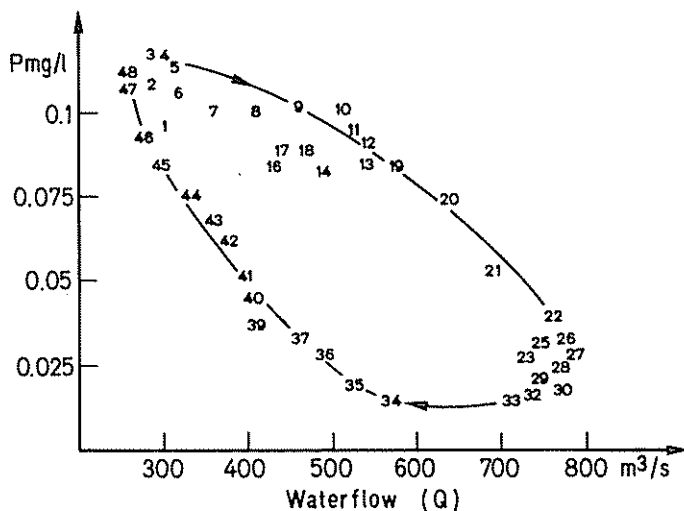


Fig. 5
Comme figure 1, mais en utilisant à échelle mobile les moyennes de quatre semaines consécutives (point 1 = semaine de 1 à 4, etc.).

Same as Fig. 1, however using moving averages over 4 consecutive weeks (pt. 1 = weeks 1-4, etc.).

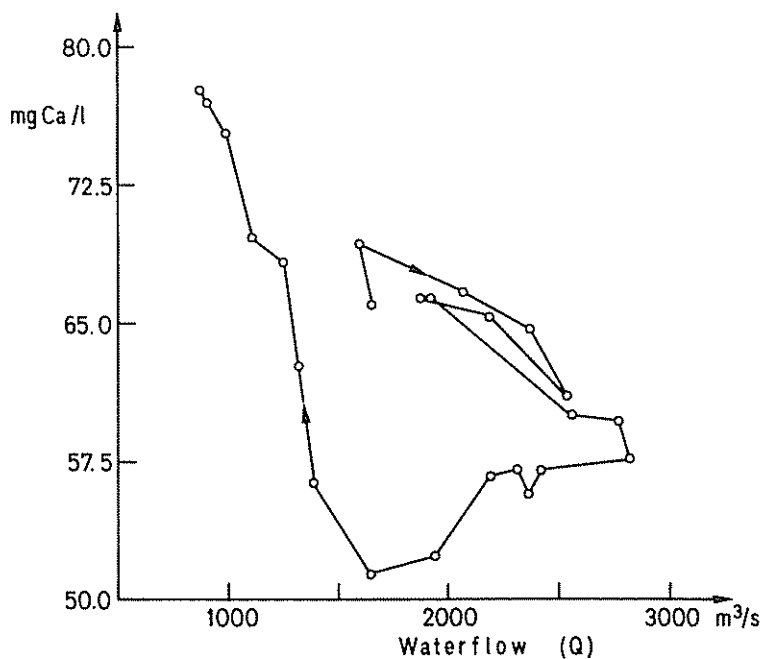


Fig. 6
Concentration du calcium en fonction du débit; station de Braubach, sur le Rhin (moyennes à échelle mobile de trois échantillons bi-hebdomadaires).

Concentration of calcium as a function of waterflow; sampling-station Braubach, Rhine river 1978 (moving averages over 3 bi-weekly composite samples).

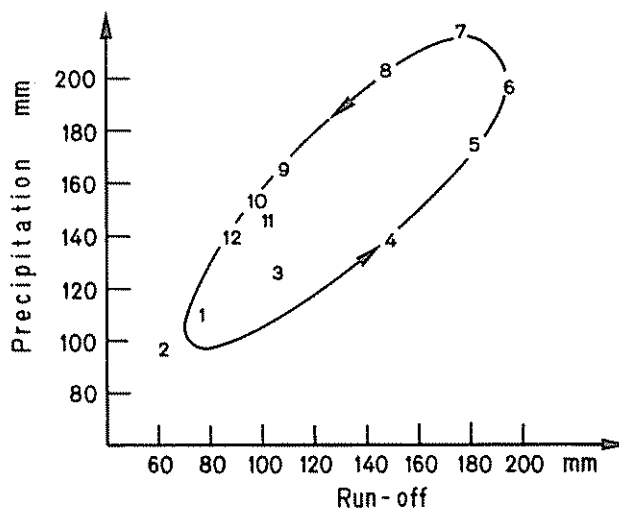


Fig. 7
Rapport entre les précipitations et les écoulements mensuels (moyennes à échelle mobile de trois mois).

Relationship between monthly precipitation and run-off (moving averages over 3 months) in drainage basin Sitters, 1973-1977.

différentes stations situées sur les principales rivières suisses. Avec le prélèvement composite, on obtient une égalisation des effets des cycles quotidiens et des fluctuations, réduisant ainsi la dispersion des données par comparaison avec les échantillons instantanés. Malgré cela, il n'est pas possible de déceler immédiatement un système définie,

phosphate (Fig. 4) in the Rhine river at Rekingen. A regression analysis often is used to attempt a semi-quantitative estimate of the base load of a component and the effect of increasing water flow on the concentration. However, in such a case, the large scattering of the data points renders questionable the meaning of a regression curve, and further indi-

même dans le diagramme de débit (Q)-concentration, comme le démontre la figure 4 pour le phosphate. L'analyse de régression est souvent utilisée pour essayer d'estimer d'une manière semi-quantitative la charge de base du composant et l'effet d'un débit croissant sur la concentration. Cependant, dans un tel cas, la dispersion des points met en doute la signification d'une courbe de régression et indique aussi que la concentration est fortement influencée par d'autres facteurs à part le débit d'eau. Parmi les facteurs entrant en ligne de compte, il y en a qui sont saisonniers, tels que la température et les fluctuations des sources relatives d'eau (pluie, écoulements, fonte de neiges et des glaciers, échanges avec de l'eau souterraine).

Une méthode simple et directe donnant une idée de l'effet des influences saisonnières sur la relation entre le débit d'eau et la concentration consiste à lire les données sur une base consécutive, c'est-à-dire temporelle. En procédant de cette façon (par exemple en faisant la moyenne à l'échelle mobile de chaque fois quatre points et en numérotant les points dans l'ordre des prélèvements hebdomadaires) on s'aperçoit que la concentration de phosphate à la station en question se comporte d'une manière nettement cyclique au cours de l'année. Ce qui, dans la figure 1, ressemblait à une très vaste dispersion des données est maintenant perçu comme un cycle annuel avec étonnamment peu de déviations dans le courant d'une période déterminée. Dans le cas particulier, une grande partie du comportement cyclique est due aux variations saisonnières dans l'épilimnion du Lac de Constance situé en amont, lac dans lequel la croissance accrue des algues en été supprime une grande partie des phosphates. Une partie importante des paramètres chimiques est influencée de la même façon par les variations saisonnières dans les lacs. Plus en aval, les effets dûs au lac peuvent devenir négligeables, mais un comportement cyclique dû à d'autres influences saisonnières y est tout de même observé en ce qui concerne certains composants. La figure 6 montre le comportement du calcium, mesuré dans le Rhin à Braubach, près de Coblenz, en Allemagne.

Le comportement saisonnier de ces paramètres reflète en général la périodicité de différents facteurs qui influencent l'eau des rivières. Un de ces facteurs est les périodes annuelles de stagnation et de circulation des lacs. Un autre est le rapport entre la précipitation et l'écoulement dans une aire de drainage. Si l'on considère le cours temporel dans ce cas, comme on l'a fait pour le débit et la concentration, on constate de nouveau un comportement cyclique (fig. 7). Etant donné que le rapport entre la précipitation et l'écoulement à n'importe quel moment donné effectue une grande influence sur les composants de l'eau de rivière, toute modification de ce rapport au cours de l'année influence également la structure du comportement annuel dans la rivière.

Evaluation des variations saisonnières en vue d'obtenir plus d'informations à partir des données concernant la rivière

Ces observations indiquent que la prise en considération des séquences annuelles des événements dans l'interprétation des données peut aider à réduire les variations observées et à améliorer la compréhension du comportement de la rivière. En établissant la courbe débit/concentration souvent utilisée, on peut observer qu'il existe une structure cyclique de comportement. L'évidence d'une telle structure dépend de plusieurs facteurs, parmi lesquels on peut citer:

- le grandeur de la rivière et/ou du cours du débit (les grandes rivières ont en général un débit plus régulier, ce qui rend les variations saisonnières plus évidents que dans les cas où les fluctuations sont fortes et fréquentes);
- le genre d'échantillonnage (les prélèvements instantanés peuvent fournir des valeurs bien plus dispersées dues aux fluctuations journalières);
- la nature des composants (la concentration de certaines

cates que la concentration est fortement influencée par d'autres facteurs besides waterflow. Among those factors that are possible influences are those which are basically seasonal, such as temperature and changes in the relative water sources (rainwater, run-off, melting of snow and glaciers, exchange with subsurface water).

A simple, direct approach to gain some insight into the effect of such seasonal influences upon the relationship between waterflow and concentration is to look at the data on a consecutive, i. e. temporal basis. Treating the data in such a way (here for example, taking moving averages of 4 points and numbering the points in order of their weekly sampling) reveals that the phosphate concentration at this sampling station behaves in a markedly cyclical way during the course of the year. What looked like a very large scattering of the data in Fig. 1 is shown to be rather an annual pattern with surprisingly little deviation for any particular time of year. In this particular case, a large part of the cyclical behaviour is due to seasonal changes in the epilimnion (increased algal growth in the lake during summer removes much of the phosphate, and later sediment out) of upstream lying Lake Constance, from which about 80% of the waterflow originates. Many chemical parameters are affected in such a way by seasonal changes in lakes. Further downstream, the effects due to the lake may become negligible, but a cyclical behaviour still may be observed for some components, due to other seasonal influences. Fig. 6 shows the pattern observed for calcium as measured in the Rhine at Braubach, near Koblenz, West Germany.

The seasonal behaviour of these parameters reflects in general the periodicity of various factors that influence river water. One of these factors, as mentioned, is the annual stagnation and turnover periods of contributing lakes. Another factor is the relationship between precipitation and run-off in a drainage basin. When one considers the temporal course between these two parameters, as was done for waterflow and concentration, cyclical behaviour is again observed (Fig. 7). Since the relationship between precipitation and run-off at any given time strongly affects the components in river water, the change in this relationship over the year also affects annual behaviour of substances in a river.

Evaluating seasonal changes for more information out of river data

These observations indicate that taking the sequence of events during the year into consideration for data evaluation may help explain the observed variation, as well as provide more insight into the behaviour of a river. For the commonly used plot of flow vs concentration, a cyclic pattern of behaviour often may be observed. Whether or not such a pattern is evident, depends on a number of factors, among them:

- size of river and/or pattern of waterflow (larger rivers in general are more consistent in their waterflow, therefore allowing seasonal changes to be more evident than when rapid and strong fluctuations occur);
- the type of sampling (grab samples can have much higher scattering due to daily fluctuations);
- the type of component (some components vary markedly in concentration, others are almost constant);
- the type of drainage basin.

In those cases where a behaviour pattern can be recognized with this method, additional information may be obtained from river data. For example:

- differential contribution of various water sources as a function of season;
- real load vs observed load, which may be a function of temperature and increased biological activity (as seen for example with o-phosphate);
- seasonally affected inputs, such as from agriculture or street salting in winter.

These aspects, which go beyond determining momentary

substances varie nettement, celles d'autres composants reste pratiquement constante);

- le type d'aire de drainage.

Dans les cas où cette méthode permet de déterminer la structure du comportement, on peut obtenir des informations additionnelles à partir des données concernant la rivière, ainsi par exemple:

- la contribution différenciée de diverses sources d'eau en fonction des saisons;
- la charge effective en comparaison de la charge observée qui peut dépendre de la température et d'une activité biologique accrue (démonstré par exemple avec l'orto-phosphate);
- des apports dépendant des saisons tels que ceux qui proviennent de l'agriculture ou du déneigement (sel) en hiver.

La prise en considération de ces aspects qui va plus loin que la simple détermination de la qualité momentanée de l'eau aide à mieux comprendre le comportement des rivières et leurs composants chimiques très variés, et contribue avec cela en particulier à planifier et évaluer les mesures de protection des ressources en eau.

Roland Schertenleib, ing. dipl. EPF de Zurich, auteur de cette contribution, vient d'être nommé chef du Centre international de référence OMS pour la gestion des déchets. Sa formation d'ingénieur civil a été complétée par des études post-grade en génie de l'environnement à l'Université de Stanford, Californie. En 1976, après avoir travaillé en tant qu'ingénieur sanitaire pendant plusieurs années dans un bureau privé d'ingénieur-conseil, il fut engagé par l'EAWAG comme collaborateur scientifique dans la section de sciences techniques.

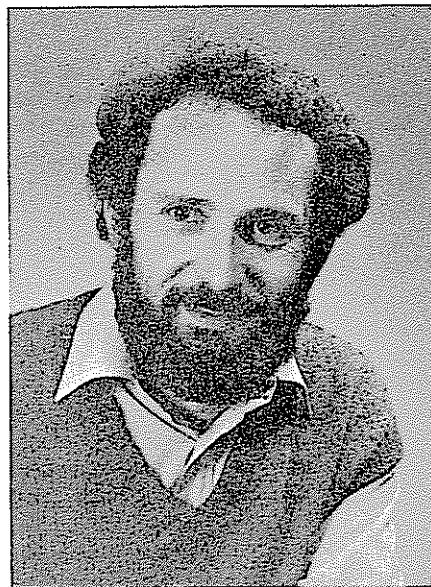
Centre international de référence pour l'évacuation des déchets

R. Schertenleib

Le Centre international de référence pour l'évacuation des déchets («International Reference Centre for Wastes Disposal, IRCWD») s'est constitué en 1968 à l'instigation du «Scientific Group on the Treatment and Disposal of Wastes» (Groupe scientifique pour le traitement et l'élimination des déchets) de l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Le Centre est domicilié auprès de l'Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux (EAWAG); sa constitution est basée sur un contrat de service technique entre l'OMS et les autorités fédérales suisses. L'IRCWD, quoique placé sous l'autorité du directeur de l'EAWAG, est financièrement autonome. La plupart des fonds sont fournis par le Conseil fédéral suisse, le reste par l'OMS. Les documents de l'OMS décrivent comme suit les buts d'un Centre international de référence:

Un Centre international de référence (IRC) est une institution désignée par l'OMS ou par des groupements internationaux compétents et spécialisés pour assister au développement et au maintien de critères élevés de travail dans des domaines spécialisés en cas de nécessité. Un IRC rend certains services de valeur internationale à la pratique ou à la recherche en médecine ou en hygiène publique. Le but de ces services est d'arriver à améliorer la précision, la sûreté, la qualité et la valeur de comparaison dans la pratique, ainsi que d'obtenir de meilleurs résultats à partir d'études nationales et internationales.

water quality, aid in understanding the behaviour of rivers and their various chemical components, and thus contribute to the planning and evaluation of water resource measures.



Roland Schertenleib, the author of this article, has been appointed Head of the WHO International Reference Centre for Wastes Disposal. His studies in Civil Engineering were complemented by a postgraduate course in Environmental Engineering at Stanford University, California. After working for several years as sanitary engineer in a private consulting office, he joined the Engineering Science Department of the EAWAG in fall 1976.

International Reference Centre for Wastes Disposal

R. Schertenleib

The International Reference Centre for Wastes Disposal (IRCWD) was established in 1968, based on a suggestion by the «Scientific Group on the Treatment and Disposal of Wastes» of the World Health Organization (WHO). The centre is located at the Swiss Federal Institute for Water Resources and Water Pollution Control (EAWAG) and based on a contractual technical service agreement with WHO and the Swiss Federal authorities. The IRCWD is subordinate to the Director of the EAWAG, however, it is financially autonomous. Most of the funds are provided by the Swiss Federal Council, and the remaining by WHO. In WHO documents, the aims of an IRC are described as follows:

An International Reference Centre (IRC) is an institution designated by WHO, or by competent and specialized international bodies, to assist in the development and maintenance of high standards of work in specialized fields, where such are needed. An IRC provides certain services of international value to practice or research in medicine and public health. The aim of these services is to achieve improved precision, reliability, consistency and comparability in practice, and better results from national and international studies.

Activities in the past

In the past decade, the main activities of the IRCWD were the following:

- A documentation centre for solid wastes was established,

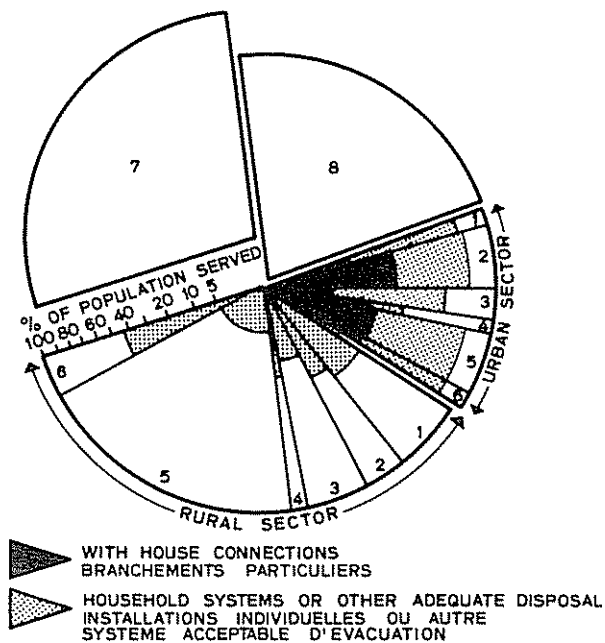


Fig. 8
Installations d'évacuation des excréments dans les pays en voie de développement. Population desservie de façon acceptable, en 1975. L'échelle radiale adoptée pour les pourcentages présente des surfaces égales pour des pourcentages additionnels égaux.

1. Afrique au sud du Sahara
2. Amérique latine et les Caraïbes
3. Asie occidentale et Afrique du Nord-Est
4. Algérie, Maroc, Turquie et Malte
5. Asie du Sud-Est
6. Asie orientale et Pacifique occidental
7. Pays industrialisés – non compris dans l'étude
8. Chine – non comprise dans l'étude

Excreta disposal facilities in the developing countries. Population with reasonable service as of 1975. The radial scale adopted for percentage shows equal areas for the equal additional percentages.

1. Africa, south of the Sahara
2. Latin America and the Caribbean
3. West Asia and North-East Africa
4. Algeria, Morocco, Turkey and Malta
5. South-East Asia
6. East Asia and Westerns Pacific
7. Developed Countries (not surveyed)
8. China (not surveyed)

Activités antérieures

Voici les activités déployées au cours de la dernière décennie:

- Création d'un centre de documentation en matière de déchets solides qui fournit des textes retravaillés (résumés) sélectionnés dans trente revues et publications européennes et américaines. Un «Thésaurus» de 484 termes scientifiques et techniques dans le domaine de la gestion des déchets solides sert de référence fondamentale en ce qui concerne le stockage et la récupération d'information.
- Publication d'une bibliographie annotée sur le compost, la qualité du compost et le compostage (1971-1977); elle contient 415 références annotées tirées de la documentation sur les déchets solides.
- Publication en 1978 des «Méthodes d'analyse de boues d'épuration, de déchets solides et de compost».
- Publication, à raison d'un ou deux exemplaires par an, d'un Bulletin d'information (IRCWD News) contenant un article de fond, une série de résumés sélectionnés de la documentation ainsi que des nouvelles de l'OMS.

En plus de ces diverses activités, l'IRCWD a eu l'honneur, chaque année, d'accueillir des boursiers de l'OMS du monde entier aux laboratoires ultramodernes de l'EAWAG.

Activités futures

En raison des changements survenus au cours de cette dernière décennie, l'EAWAG a décidé, il y a quelques mois, de réexaminer la conception actuelle de l'IRCWD, car il convient de prendre davantage en considération la situation actuelle et les besoins des pays en voie de développement. En regardant de près la situation qui règne actuellement dans le tiers monde, on s'aperçoit que la majeure partie de la population rurale de ces pays et les millions de citoyens n'ont pas accès à une eau saine ni, moins encore, à une évacuation adéquate des excréments. Alors que dans la plupart des pays industrialisés les scientifiques se soucient sérieusement de l'accumulation de substances polluantes dans l'environnement – ce qui pourrait à long terme nuire aux humains et à la biosphère en général – le souci principal de ceux qui s'occupent de l'hygiène du milieu dans les pays en voie de développement est de donner à la population tout entière les moyens de disposer d'une eau saine et d'une gestion hygiénique des déchets.

La figure 8 illustre la situation en ce qui concerne les installa-

offering processed documents (abstracts) selected from 30 different European and American periodicals and publications. A thesaurus composed of 484 scientific and technical terms in the field of solid waste management serves as a basic reference in information storage and retrieval.

- An annotated Bibliography on Compost, Compost Quality and Composting (1971-1977) was published. This bibliography contains 415 annotated references on compost from the solid waste documentation.
- Methods of Analysis of Sewage Sludge, Solid Wastes and Compost were published in 1978.
- An Information Bulletin (IRCWD News) containing a leading article, selected abstracts from the documentation centre and news from WHO headquarters is published biannually or annually.

In addition, the IRCWD has organized for WHO fellows from all over the world visits to the EAWAG's highly sophisticated laboratories.

Future activities

In view of the changes in the past decade, the EAWAG decided a few months ago to re-examine the present concept of the IRCWD. Its future activities should give greater attention to the present situation and needs of the developing countries. A close look at the present situation in the third world reveals that most of the rural population in developing countries and millions of urban dwellers lack access to safe water and even more to adequate excreta disposal. While, in most industrialized countries, scientists are highly concerned with the accumulation of pollutants in the environment, which would cause long-term effects to man and the biosphere in general, the greatest challenge facing those concerned with environmental health in developing countries is that of providing all the population with reasonable access to safe water and hygienic waste disposal.

Figure 8 shows the situation of excreta disposal facilities in the developing countries. The data is taken from a survey conducted by WHO in 1975 which includes 90% of the population of the third world with the exception of China [1, 2]. In urban areas, 437 million, 75% of the population surveyed, had adequate excreta disposal services, either by connection to public sewerage systems or by household systems. In rural areas, 209 million (15%) had adequate excreta disposal services in 1975. These are global percentages, subject

tions d'évacuation des excréments dans les pays en voie de développement. Les données sont tirées d'une étude menée par l'OMS en 1975, portant sur les 90% de la population du tiers monde à l'exception de la Chine (1, 2). Dans les zones urbaines, 437 millions de personnes, 75% de la population faisant l'objet de l'étude, disposaient de services adéquats d'évacuation des excréments, du fait qu'elles étaient rattachées à des réseaux d'égouts ou qu'elles possédaient des installations individuelles. Dans les zones rurales, 209 millions de personnes (15%) avaient en 1975 des services adéquats d'évacuation des excréments. Les chiffres cités sont des pourcentages globaux qui sont sujets à de grandes variations d'une région à une autre. Il y a de nombreuses raisons qui expliquent pourquoi, en dépit des efforts considérables déployés par les agences internationales, les gouvernements nationaux et les autorités locales, la croissance d'un approvisionnement en eau saine et d'une évacuation satisfaisante des déchets ne va pas de pair avec la croissance démographique. Voici quelques-unes de ces raisons les plus importantes:

- Manque de fonds et de main-d'œuvre pour la construction et l'exploitation de réseaux de canalisations et de stations d'épuration des eaux usées, la «solution standard» dans les pays industrialisés.
- Manque de scientifiques et d'ingénieurs capables et désireux d'utiliser des technologies appropriées aux conditions économiques et socio-culturelles qui règnent dans les pays en voie de développement. Ce manque est dû au fait que beaucoup de ceux qui sont chargés de réaliser les programmes d'épuration des eaux et d'évacuation des déchets dans ces pays ont été formés dans des universités enseignant principalement les méthodes en cours dans les pays industrialisés.
- Manque de centres de formation et de démonstration dans les pays en voie de développement.
- Manque d'information sur les avantages et désavantages de technologies d'assainissement «bon marché» utilisées depuis de nombreuses années dans quelques pays du tiers monde.

En se basant sur l'analyse de la situation actuelle dans les pays en voie de développement, l'IRCWD se concentrera à l'avenir sur les activités suivantes:

- Financer et mener des travaux de recherche afin de développer de nouvelles technologies «bon marché» et perfectionner les technologies existantes d'évacuation des déchets solides et liquides; évaluer diverses technologies en fonction de leurs effets à long terme sur l'environnement. Ces travaux seront menés en collaboration étroite avec les autres départements de l'EAWAG et avec des instituts du tiers monde.
- Subventionner la recherche en ce qui concerne la participation de la collectivité et l'acceptation de différentes technologies dans des milieux socio-culture différents.
- Collaborer avec les centres régionaux de formation professionnelle qu'il faudra créer dans les pays en voie de développement.
- Recueillir et diffuser les informations fournies par des experts travaillant sur place.

La mesure dans laquelle l'IRCWD pourra aider à l'avenir à accélérer le processus consistant à procurer une évacuation hygiénique des déchets à plus de la moitié de la population mondiale qui vit dans les pays en voie de développement, dépendra des ressources financières du Centre.

to considerable variation from region to region. There are many reasons why, in spite of considerable efforts by international agencies, national governments and local authorities, the growth of safe water supply and satisfactory sanitation is not in keeping with population growth. Some of the most important are:

- lack of funds and manpower for building and operating sewer systems and wastewater treatment plants, the «standard solution» in industrialized countries.
- lack of scientists and engineers who are able and willing to use technologies appropriate to the economic and socio-cultural conditions prevailing in the developing countries. This lack is caused by the fact that many people in charge of water and sanitation programmes in developing countries received their professional training from university programmes designed mainly for solving problems of industrialized countries.
- lack of training and demonstration centres in developing countries.
- lack of information on the advantages and disadvantages of low-cost sanitation technologies in use for many years in some parts of the third world.

Based on the analysis of the present situation in developing countries, the IRCWD will concentrate its future work on the following activities:

- Funding and carrying out research for developing new and improving existing low-cost technologies for the disposal of solid and liquid wastes; evaluating different technologies with regard to their long-term effects on the environment. This research shall be carried out in close collaboration with the other departments of the EAWAG and with related institutes located in third world countries.
- Funding research on community participation and on the acceptance of different technologies in different socio-cultural environments.
- Collaborating with regional training centres to be created in developing countries for teaching professionals.
- Collecting and disseminating information provided by experienced field workers.

To what extent the IRCWD can contribute in future to accelerate the progress in achieving hygienic waste disposal for over half of the world's population living in developing countries, will depend on the financial resources available to the centre.

References:

1. Subrahmanyam, D.V.: Community Water Supply and Excreta Disposal in Developing Countries. *Ambio* 6, 51-54 (1977).
2. World Health Statistics Report 29, No. 10 (1976).

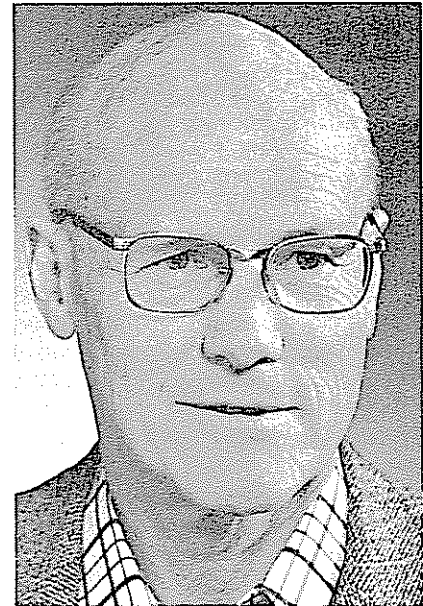
Retraite du Professeur Karl Wuhrmann

Le professeur Wuhrmann, titulaire de la chaire de microbiologie de l'EAWAG et Chef du département de Biologie de cet Institut, nous quitte pour prendre une retraite bien méritée. C'est avec un grand regret que nous prenons congé de cet homme qui, tant par ses qualités humaines que par sa grande valeur scientifique, aura marqué la vie de l'EAWAG et de l'ETH. Après son doctorat en botanique, il entra à l'EMPA de St-Gall qui lui confia la charge du laboratoire d'expertises biologiques, tout nouvellement fondé, poste qu'il occupa de 1939 à 1945. L'EAWAG en était alors à ses débuts, et c'est à Karl Wuhrmann que furent confiées la direction et l'organisation du nouveau département de Biologie, tâche à laquelle il se consacra avec enthousiasme, car il venait de découvrir sa véritable vocation: la microbiologie. Privat-docent en 1958, professeur extraordinaire en 1966, il fut élu en 1972 professeur ordinaire de microbiologie de l'ETH.

Karl Wuhrmann a consacré 35 ans de sa vie professionnelle à l'EAWAG. 35 années fertiles cependant, car Karl Wuhrmann a aimé son métier. Il est l'auteur de plusieurs études fondamentales sur les boues activées dans le domaine de la biochimie et de la physiologie, et sur le dynamisme de croissance des organismes dans ces boues. Avec ses collaborateurs, il étudia l'eutrophisation et la capacité d'autoépuration des eaux courantes. Il attacha également une grande importance à l'étude du problème de la dénitrification et des précipitations phosphatées. Il fut le défenseur convaincu d'un troisième stade de traitement des eaux usées, s'attaqua au problème de la désinfection de l'eau potable et de l'eau de piscine, à celui de la production de méthane dans la digestion anaérobie ainsi qu'à celui de la décomposition biologique des substances xénobiotiques, et s'affirma clairement en faveur de l'amélioration des méthodes d'analyse des paramètres aquatiques. Ses talents d'organisateur trouvèrent même à s'exprimer durant ses périodes militaires, car c'est sur son initiative que fut créé un système pour assurer l'alimentation en eau de la population en cas de catastrophe. Avant que l'EAWAG ne dispose d'une section de Pêche indépendante, les problèmes spécifiquement biologiques dans ce domaine étaient résolus par le département du Prof. Wuhrmann ce qui fut pour lui l'occasion de nouvelles études. Ses travaux de toxicologie expérimentale sur les poissons, notamment sur les effets de l'ammoniaque et du cyanure sont non seulement d'un grand intérêt scientifique, mais ont en outre entraîné en 1973 la révision de la loi fédérale sur la pêche et ont fait ressortir la nécessité d'une section de Pêche indépendante à l'EAWAG.

Ce serait être présomptueux de prétendre tout dire des réalisations de Karl Wuhrmann dans le présent article. Nous ne voudrions cependant pas prendre congé de lui sans rendre hommage à son exceptionnelle intégrité scientifique, à son souci du travail bien fait, de recherche honnête et approfondie. Si ses manières pouvaient parfois sembler brusques, ceux qui le connaissaient bien savaient qu'elles dissimulaient une grande chaleur humaine et une grande sensibilité, et c'est le cœur gros que ses plus proches collaborateurs (et qui sait peut-être aussi les autres?) le voient partir. Sachant cependant que Karl Wuhrmann est un individualiste et un alpiniste fervent, il ne fait aucun doute que toutes les activités auxquelles il pourra maintenant s'adonner avec toute la passion qu'il a su mettre dans toutes ses réalisations, ne l'importent vers de nouveaux sommets (plus paisibles) et de nouvelles satisfactions. Bonne chance, Karl Wuhrmann!

(A.J.B. Zehnder)



Retirement of Professor Wuhrmann

Dr. Karl Wuhrmann, Professor of Microbiology at ETH and Head of the Biology Department at EAWAG retired on 30th September, 1980. It was with very considerable regret that we saw the departure of this man who, because of both his scientific and personal qualities, deeply influenced and affected the life of EAWAG and ETH.

After completing his doctorate in botany, he joined EMPA in St. Gallen, where he was responsible for the newly established laboratory for biological testing, a position which he occupied from 1939 to 1945. In 1945, Karl Wuhrmann joined EAWAG, then in its infancy, and was entrusted with the organisation and management of the biology department, a task to which he devoted himself with characteristic enthusiasm and vigour and during which he discovered his genuine vocation: microbiology. His habilitation in the Faculty of Natural Sciences at ETH occurred in 1958, and he became associate professor in 1966 and was elected full professor in 1972. Karl Wuhrmann devoted thirty five years of his professional life to EAWAG. Throughout the thirty five years Karl Wuhrmann loved both his chosen profession and the numerous important challenges that it involved. He conducted several important fundamental studies on the activated sludge process, where his interests concerned the biochemistry, physiology and growth dynamics of the sludge organisms, as well as overall process performance. With his collaborators, he studied the eutrophication and the self-purifying capacity of flowing waters. He attached great importance to denitrification and phosphate precipitation problems, and was a convincing defender of the need for tertiary waste water treatment processes.

He grappled with the problems of the disinfection of drinking and swimming-pool water, the fundamental biochemistry of methane formation during anaerobic digestion, the biological decomposition of xenobiotics, and vigorously supported the development of improved analytic methods for water quality determination. His professional talents also found expression during military service, when he initiated a system for water supply in case of emergency. At the time when EAWAG did not have an independent fisheries department, investigations into fisheries problems were undertaken by Karl Wuhrmann, and his toxicological studies especially on the effects of ammonia and cyanide on fish were not only of great scientific interest but contributed to the revision of the Federal Law on Fisheries in 1973, and emphasized the need for the fisheries department that was established at EAWAG in 1969.

- *766
Wakeham, St.G.: Azaarenes in Recent Lake Sediments.
Environ. Sci. & Technol. 13, 1118-1123 (1979).
- 767
Grob, K. and Grob, G.: Further Evidence for the Silica Layer as
Produce by Acid Leaching. *J. of High Resolution Chromatography
and Chromatogr. Commun. (J. of HRC & CC)* 2, 527-528 (1979).
- 768
Bührer, H.: Der Einfluss von Kohlenwasserstoffen auf die Ökologie
der Bakterien im aeroben Seesediment.
Schweiz. Z. Hydrol. 41, 315-355 (1979).
- 769
Bührer, H.: Die Berechnung der totalen Menge gelöster Stoffe in
Seen. *Schweiz. Z. Hydrol.* 41, 418-420 (1979).
- 770
MELIMEX- an Experimental Heavy Metal Pollution Study.
Schweiz. Z. Hydrol. 41, 165-314 (1979).
- 771
Baccini, P. and Suter, Ursula: MELIMEX: Chemical Speciation and
Biological Availability of Copper in Lake Water.
Schweiz. Z. Hydrol. 41, 291-314 (1979).
- 772
Imboden, D.M., Eid, B.S.F., Joller T., Schurter, M., Wetzel, J.:
MELIMEX: Vertical Mixing in a Large Limno-Corral.
Schweiz. Z. Hydrol. 41, 177-189 (1979).
- *773
Conrad, Th.: Ermittlung der Reinigungsleistung einer Schlamm-
belebungsanlage mit Sauerstoffbegasung von kommunalem
Abwasser in der Region Basel.
Gewässerschutz-Wasser-Abwasser 42, 705-716 (1980).
- 774
Leidner, H., Gloor, R., Wüest, Doris, Wuhrmann, K.:
The Influence of the Sulphonic Group on the Biodegradability
of n-Alkylbenzolsulfonates. *Xenobiotica* 10, 47-56 (1980).
- 775
Wuhrmann, K.: Mikrobiologische Aspekte der Gewinnung,
Aufbereitung und Verteilung von Trink- und Brauchwasser.
Swiss Food - Schweiz. Z. Nahrungsmittelind. 2, 3, 15-23 (1980).
- 776
Wytenbach, A., Farrenkothen, K., Bajo, S.: Bestimmung einiger
anorganischer Stoffe im Süswasser mit Hilfe der Neutronen-
aktivierungsanalyse. *Gas-Wasser-Abwasser* 59, 509-512 (1979).
- 777
Grob, K., Grob, G., Grob, K. Jr.: Deactivation of Glass Capillaries
by Persilylation. Part 2: Practical Recommendations.
J. of HRC & CC 2, 677-678 (1979).
- 778
Grob, K.: Twenty Years of Glass Capillary Columns.
An Empirical Model for their Preparation and Properties.
J. of HRC & CC 2, 599-604 (1979).
- *779/780
Wakeham, St.G., Schaffner, Ch., Giger, W.: Polycyclic Aromatic
Hydrocarbons in Recent Lake Sediments. I. Compounds Having
Anthropogenic Origins. II. Compounds Derived from Biogenic
Precursors During Early Diagenesis.
Geochim. et Cosmochim. Acta 44, 403-413 and 415-429 (1980).
- *781
Bezzegh, Maria M., Ritter, Ursula, Steiner K., Lück, A.:
Tritium in Niederschlag, Pflanzen, Urin, Milch und Trinkwasser
in der Region einer Leuchtfarbenfabrik.
Gas-Wasser-Abwasser 60, 19-21 (1980).
- 782
Rüttimann, M.: Autökologische Betrachtung der Eintagsfliege
Ecdyonurus venosus (Fabr.) (Ephemeroptera) unter besonderer
Berücksichtigung der Aufwanderung.
Diss. ETH Zürich Nr. 6510, 1980.
- 783
Wuhrmann, K., Mechsner, K., Kappeler, Th.: Investigation on
Rate-Determining Factors in the Microbial Reduction of Azo Dyes.
Eur. J. Appl. Microbiol. & Biotechnol. 9, 325-338 (1980).
- 784
Westall, J.: Chemical Equilibrium Including Adsorption on Charged
Surfaces. In: Kavanaugh, M. (Ed.): «Particulates in Water»,
Advances in Chem. Ser. Amer. Chem. Soc. 1980.
- 785
Bundi, Th.: Untersuchungen zur Aufnahme von Kupfer durch
Chlorella pyrenoidosa in Abhängigkeit der Kupferspezifizierung.
Diss. ETH Zürich Nr. 6553, 1980.
- 786
Grob, K. and Grob, G.: Deactivation of Glass Capillaries by
Persilylation. Part 3: Extending the Wettability by Bonding Phenyl
Groups to Glass Surface. *J. of HRC & CC* 3, 197-198 (1980).
- *787
Gujer, W. and Krejci, V.: Kenntnisse und Forschung auf dem
Gebiet der Regenwasserbehandlung.
Verb. Schweiz. Abwasserfachleute (VSA), Verb.-Ber. Nr. 142/4, 1979.
- 788
Zehnder, A.J.B. and Zinder, S.H.: Sulfur Cycle.
In: «The Handbook of Environmental Chemistry», Springer Berlin
1980. Vol. I, Part A, pp. 105-145.
- 789
Hoigné, J. and Bader, H.: Ozonation of Water:
«Oxidation-Competition-Values» of Different Types of
Waters Used in Switzerland.
Ozone: Sci. & Engng. 7, 357-372 (1979).
- 790
Tschopp, J.: Die Verunreinigung der Seen mit Schwermetallen.
Diss. ETH Zürich Nr. 6362, 1979.
- 791
Davis, J.A.: Adsorption of Natural Organic Matter from
Freshwater Environments by Aluminium Oxide.
In: Baker, R.A. (Ed.): «Contaminants and Sediments».
Sci. Publ. Inc., Ann Arbor 1980, pp. 279-304.
- 792
Müller, R.: Fish Toxicity and Surface Tension of Non-ionic
Surfactants: Investigations of Antifoam Agents. *J. Fish Biology.*
- *793
Wuhrmann, K.: Aktuelle Ziele des Gewässerschutzes:
Alter Wein aus neuen Schläuchen.
Münchner Beitr. z. Abwasser-, Fischerei & Flussbiol. 32, 9-23
(1980).
- 794
Kummert, R. and Stumm, W.: The Surface Complexation of Organic
Acids on Hydrous γ -Al₂O₃.
J. Colloid & Interface Sci. 75, 373-385 (1980).
- 795
Brunner, P. and Roberts, P.: The Significance of Heating Rate on
Char Yield and Char Properties in the Pyrolysis of Cellulose.
Carbon 18, 217-224 (1980).
- *796
Wuhrmann, K. und Eichenberger, E.: Künstliche Bäche als
Hilfsmittel der experimentellen Fließgewässer-Ökologie.
Vom Wasser 54, 1-18 (1980).
- *797
Zobrist, J. und Jaques, C.: Möglichkeiten und Grenzen des
Einsatzes ionenselektiver Elektroden sowie weiterer moderner
Methoden für die Gewässeruntersuchung.
Pro Aqua - Pro Vita 1980.
- 798
Matter-Müller, Christine A., Gujer, W., Giger W. and Stumm, W.:
Non-Biological Elimination Mechanisms in a Biological Sewage
Treatment Plant. *Progr. in Water Technol.* 12, 299-314 (1980).

- 799
Wakeham, St.G., Schaffner, Ch. and Giger, W.:
Diagenetic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Recent
Sediments; Structural Information obtained by High Performance
Liquid Chromatography. *Advances in Organic Geochemistry*.
- 800
Hirschheydt, A. von: Gedanken zu einer generellen Konzeption
in der Abfallwirtschaft (Entsorgungskette fest).
Der Landkreis 50, 344–348 (1980).
- 801
Gujer, W.: The Effect of Particulate Organic Material on Activated
Sludge Yield and Oxygen Requirement.
Progr. in Water Technol. 12, 79–95 (1980).
- 802
Imboden, D.M., Tschopp, J. und Stumm, W.: Die Rekonstruktion
früherer Stofffrachten in einem See mittels
Sedimentuntersuchungen. *Schweiz. Z. Hydrol.* 42, 1–14 (1980).
- 803
Bloesch, J. and Burns, N.M.: A Critical Review of Sedimentation
Trap Technique. *Schweiz. Z. Hydrol.* 42, 15–55 (1980).
- 804
Mechsner, K. und Kuse, D.: Experimentelle Prüfung eines
UV-Wasserentkeimungsgerätes Typ UA-C13.
Brown Boveri Mitt. 67, H. 6, (1980).
- *805
Ambühl, H.: Eutrophication of Alpine Lakes.
Progr. in Water Technol. 12, 89–101 (1980).
- 806
Grauer R.: Feste Korrosionsprodukte – I. Magnesium, Zink,
Kadmium, Blei und Kupfer. *Werkstoffe und Korrosion* (1980).
- 807
Fricker, H.: OECD Eutrophication Programme – Regional Project:
Alpine Lakes. Swiss Federal Board for Environmental Protection &
OECD, Bern 1980. XXV + 233 pp.
- 808
Westall, J. and Stumm, W.: The Hydrosphere. In: Hutzinger (Ed.):
«The Handbook of Environmental Chemistry», Vol. 1, Part A.
Springer Berlin 1980, pp. 17–49.
- 809
Sigg, Laura and Stumm, W.: The Interaction of Anions and weak
Acids with the Hydrous Goethite (α -FeOOH) Surface.
Colloids and Surfaces.
- 810
Meng, H. J.: Über die Ursachen von Saprolegniosen in
schweizerischen Gewässern. Diss. ETH Zürich Nr. 6524, 1980.
- 811
Davis, Joan S.: Jahreszeitlich bedingte Änderungen in der
chemischen Zusammensetzung von Fließgewässern.
Gas-Wasser-Abwasser 60, 1980.
- 812
Munz, W.: Abfluss und Abflussbeiwert.
Gas-Wasser-Abwasser 60, 175–184 (1980).
- 813
Grob, K.: Gas Chromatic Stationary Phases Analysed by Capillary
Gas Chromatography. *J. of Chromatogr.* 198, 176–179 (1980).
- 814
Gujer, W. und Bundi, U.: Gewässerschutz in ländlichen Gebieten. –
Schertenleib, R., Gujer, W. und Bundi, U.: Sanierung von
Abwasserquellen in ländlichen Gebieten – Übersicht.
Gas-Wasser-Abwasser 60, 405–412 (1980).
- 815
Naef, H.: Kosten von Sanierungsleitungen.
Gas-Wasser-Abwasser 60, 413–419 (1980).
- 816
Stumm, W., Kummert, R. and Sigg, Laura: A Ligand Exchange Model
for the Adsorption of Inorganic and Organic Ligands at Hydrous
Oxide Interfaces. *Croatica Chemica Acta*.
- 817
Grob, K.: Static Coating: Filling the Column by Pressure.
J. of HRC & CC 3, 525–526 (1980).
- 818
Grob, K.: Persilylation of Glass Capillary Columns. Part 4:
Discussion of Parameters. *J. of HRC & CC* 3, 493–496 (1980).

* pas de tiré à part à disposition / no off-prints available

L'éditeur: Dr. R. Koblet Editor: Dr. R. Koblet