

Du système de transport à l'outil de protection des eaux

L'assainissement se trouve en plein bouleversement et ce que l'on considérait plutôt comme un système de transport est en train de devenir un instrument important de la protection des eaux. Ce changement de fonction ne se fait cependant pas sans mal car certaines caractéristiques inhérentes au système actuel de traitement des eaux constituent des points faibles fondamentaux. Ainsi, par exemple, la capacité d'épuration du système d'assainissement est limitée par les déversoirs d'orage, par les fuites dans les canalisations et par la trop forte dilution des polluants. Dans un tel contexte, les scientifiques cherchent des solutions visant une optimisation des structures existantes et envisagent de nouvelles stratégies pour un assainissement de haut niveau placé dans une optique de durabilité.

Le système d'assainissement tel qu'il existe aujourd'hui constitue l'une des grandes œuvres collectives de la société suisse qui fut construite pas à pas au cours des 100 dernières années (Tab. 1 et Fig. 1) [1, 2]. Un peu plus de 95% de la population suisse est raccordée à 40 000 km de canalisation et équipée d'une multitude d'autres installations diverses et variées. L'estimation de 18 milliards de tonnes-kilomètres d'eaux usées transportées place le système d'assainissement au rang des entreprises de transport les plus importantes et les plus performantes de Suisse. A titre de comparaison: l'ensemble du transport de marchandises par route et par rail totalisait en 1997 en Suisse 26,6 milliards de tonnes-kilomètres. La quantité d'eaux usées traitées chaque année dans les 964 stations d'épuration suisses est elle aussi impressionnante. Des 2 milliards de tonnes d'eaux usées annuelles sont entre autre extraites 209 000 tonnes de boues [3], 250 000 tonnes de carbone, 20 000 tonnes d'azote et 4000 tonnes de phosphore.

L'évacuation instantanée a son prix

Mais ce qui importe encore davantage que ces chiffres bien visibles, ce sont les avantages plus ou moins cachés de ce système:

- Hygiène. Le fait de pouvoir évacuer de manière fiable, efficace et presque illimitée, les fécès et les eaux usées a permis en

Suisse de faire disparaître en très grande partie les maladies transmises par les eaux. Quand il arrive qu'elles se déclarent, c'est en général dû à une défaillance du réseau d'égouts ou de la station d'épuration, comme ce fut le cas en septembre 1998 dans la commune de La Neuveville. Lors de cet incident, des eaux usées avaient contaminé la nappe phréatique à partir d'une station de

pompage et s'étaient retrouvées dans l'eau potable.

- Protection des infrastructures. L'évacuation des eaux pluviales en dehors des zones urbaines permet de limiter la fréquence des inondations et donc les dommages qu'elles peuvent occasionner.

- Protection des eaux. La construction des stations d'épuration s'est suivie d'une amélioration considérable de la qualité des eaux au cours des 40 dernières années. L'interdiction de baignade dans les eaux publiques suisses est devenue plus une exception qu'une règle générale.

- Confort. Dernier aspect et non des moindres, l'assainissement des zones urbaines tel qu'il est pratiqué aujourd'hui procure un confort insoupçonné. Rares sont les services qui soient aussi faciles d'utilisation. Les déchets liquides de toutes sortes disparaissent en l'espace de quelques secondes, les installations n'ont même pas besoin d'être entretenues par les consommateurs, ce qui est un fait sans égal, et les

5000–3000 av. J.C.	Des conduits et des semi-tuyaux en argile cuite servent à l'évacuation des eaux urbaines dans la vallée de l'Euphrate
2500–1500 av. J.C.	Salles de bains, toilettes et égouts dans la civilisation de l'Indus
2000 av. J.C.	Conduites pour l'approvisionnement en eau, bassins de collecte des eaux de pluie et dispositifs destinés aux eaux usées dans le palais de Cnossos
300 av. J.C.	Extension des égouts de Rome
1591	Propositions pour le traitement des eaux usées de Londres
1660	Toilettes fonctionnant avec de l'eau (WC = «water closet») en Angleterre et en France
à partir de 1760	Champs d'épandage des eaux usées
1830	Grave épidémie de choléra à Londres
1840–1850	Construction des égouts de Londres
1848	Premiers égouts modernes à Hambourg
1873	Egouts de Berlin
1884	Epidémie de typhus à Zurich
1888	Loi sur la Pêche en Suisse, premières instructions pour la protection des eaux
1892	Procédé biologique d'épuration des eaux usées en Angleterre
1895	Premier bassin de décantation en Allemagne
vers 1908	Premières études biologiques sur la pollution des rivières et lacs par les eaux usées
1916	Première station d'épuration mécanique-biologique de Suisse (Saint-Gall)
1971	Loi de protection des eaux en Suisse
1975	Ordonnance sur le déversement des eaux usées en Suisse

Tab. 1: Evolution des techniques d'assainissement [d'après 1].

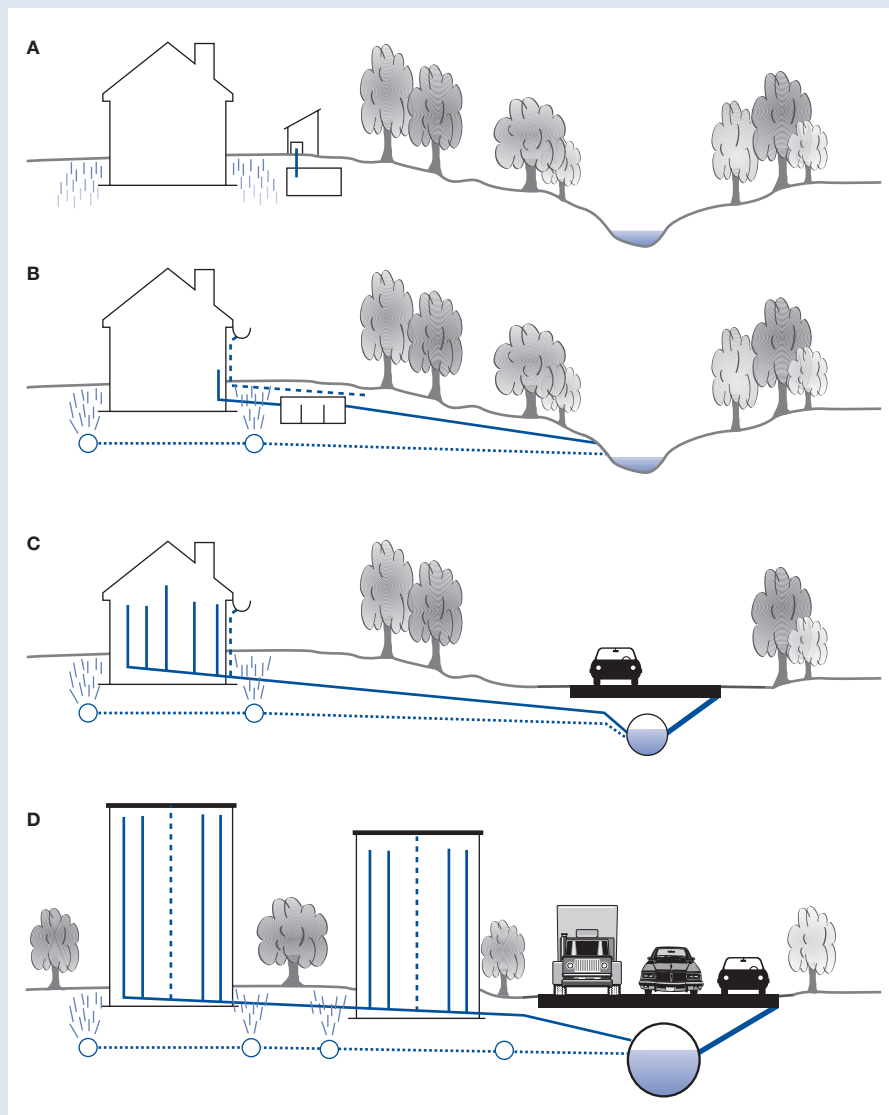


Fig. 1: Evolution historique de l'assainissement [modifié d'après 1].

A: Le système à tinette et à fosses fixes.

B: Le système à fosses fixes doit être abandonné suite à l'apparition de l'eau courante, des salles de bain, des toilettes à chasse d'eau dans les ménages. En plus des eaux usées, les eaux d'infiltration et de drainage sont déversées dans les cours d'eau pour permettre une meilleure utilisation des caves.

C: La quantité d'eaux usées augmente avec la qualité de vie. Certains cours d'eau sont transformés en égouts.

D: La croissance des villes demande encore aujourd'hui une adaptation des capacités de l'assainissement.

mauvaises odeurs sont devenues particulièrement rares.

Cet instrument fantastique a cependant son prix. La valeur de remplacement du système d'assainissement existant est estimée à environ 60 milliards de CHF [4, 5]. Cela représente environ 15% de la valeur estimée de toutes les constructions de génie civil de Suisse, la part du réseau d'égouts étant de 80% et celle des stations de traitement des eaux polluées de 20%. Si l'on considère les frais d'exploitation du système d'assainissement, pas moins de 3 milliards de CHF sont nécessaires tous les ans aux amortissements, au remboursement des intérêts et à l'exploitation proprement dite. Par rapport à la totalité des recettes du secteur public suisse, cette somme représente la part considérable de 2,6%.

Cette infrastructure aussi précieuse que gigantesque doit pouvoir être organisée et gérée de manière efficace. Les consommateurs et consommatrices attendent de la part des gestionnaires du réseau un service sans faille et de haut niveau pour une redevance minimale. Vu la valeur de ses biens immobiliers, l'assainissement fait cependant montré de nombreux déficits au niveau de l'organisation. Ainsi, les processus de planification et d'organisation pourtant indispensables sont souvent insuffisamment élaborés ou totalement absents, les données nécessaires à la prise de décision des investisseurs sont incomplètes, et il est rare que des instruments de planification et de contrôle aient été mis en place au niveau de l'exploitation (p. ex. accords de prestations, controlling périodique). Il est donc néces-

saire de mettre à la disposition des responsables des méthodes simples et adaptées à la pratique permettant l'évaluation et l'optimisation des processus de planification dans les services d'évacuation et de traitement des eaux usées (voir l'article de Binggeli, p. 32).

Impératif: un système d'assainissement adapté au développement durable

Le système d'assainissement est un système qui s'est mis en place avec le temps. Son objectif initial qui était d'évacuer les eaux usées urbaines de manière rapide et efficace, s'est de plus en plus décalé vers l'objectif actuel de protection des eaux en particulier et de développement durable de la société en général. Force est cependant de réaliser que le but initial des égouts est difficilement conciliable avec les nouvelles priorités et qu'il va même parfois à leur encontre:

Eaux pluviales. Pour des raisons de capacités, les réseaux d'égouts unitaires évacuant un mélange d'eaux usées et d'eaux pluviales sont équipés de déversoirs d'orages. Ceux-ci entrent en jeu quand la capacité de transport des canalisations est atteinte lors de fortes pluies. L'eau de pluie mélangée aux eaux usées est alors directement rejetée dans le milieu naturel. De cette manière, entre 5 et 20% des eaux usées contournent les stations d'épuration, ce qui limite fortement le degré d'efficacité de l'assainissement (en matière de protection des eaux). Des constructions supplémentaires chargées de collecter les eaux usées pluviales de façon intermittente ou même de les traiter, peuvent soulager les cours d'eau et les stations d'épuration. Mais les aménagements de ce type doit être dimensionnés de manière à pouvoir recueillir de très grandes quantités d'eau et ne sont donc pas utilisés par temps sec ou lors de pluies faibles (plus de 97% du temps), ce qui les rend relativement onéreux.

Face à ce problème, le projet STORM (voir l'article de V. Krejci, p. 21) a été créé pour élaborer des bases limpides et pratiques pour la planification de mesures techniques de collecte et de traitement des eaux pluviales. Ce que ce concept a de nouveau, c'est qu'il tient compte des caractéristiques locales des eaux superficielles concernées, d'éventuelles incertitudes, de la nature de la pollution des eaux ainsi que d'un éventail assez large de mesures envisageables assorties des coûts qu'elles entraîneraient.

Infiltration. Au lieu d'une collecte séparée des eaux pluviales, il est également envisageable de les faire s'infiltrer dans le sous-

sol. De nombreuses études ont cependant révélé que les eaux de pluie n'étaient pas nécessairement exemptes de polluants. Le risque de contamination est particulièrement fort quand ces eaux s'écoulent sur les toits et les routes avant de s'infiltrer. Cette pollution parfois très importante et de toute façon différente de celle des eaux usées ménagères habituelles place l'assainissement devant un nouveau challenge. Dans ce contexte, il faut impérativement disposer de connaissances sur les flux de matière en présence, sur la dynamique des polluants et sur l'efficacité des barrières conçues pour protéger les eaux superficielles, les eaux souterraines et le sol (voir l'article de M. Boller, p. 25).

Une infrastructure invisible. L'infrastructure nécessaire à l'assainissement est en majeure partie souterraine et difficilement accessible pour les besoins de contrôle. Seules les fuites de grande importance sont directement visibles. Avec les moyens mis à disposition jusqu'à présent, les défectuosités de petite et moyenne importance ne peuvent être décelées que par des contrôles fréquents et laborieux. Au cours de leur longue durée de vie théorique, les réseaux d'égouts urbains sont soumis à des contraintes constantes dues à la circulation automobile et aux mouvements du sol. S'ajoutant au vieillissement des matériaux, ces contraintes provoquent des dommages qui entraînent aussi bien des fuites d'eau usées que des infiltrations d'eaux souterraines. De nouvelles méthodes de mesure doivent maintenant permettre d'évaluer l'étendue de ces processus indésirables et donc de faciliter la planification des réparations et remplacements nécessaires (voir l'article de J. Rieckermann, p. 29).

Dilutions et mélanges. Le principe du tout-à-l'égout fait que les polluants sont évacués dans une grande quantité d'eau. L'effet de dilution et de mélange des divers résidus qui en résulte rend l'épuration des eaux usées plus difficile et limite l'efficacité des stations d'épuration. Le risque de voir une partie des substances indésirables non éliminées et rejetées dans le milieu naturel s'en trouve augmenté. Le tout-à-l'égout est donc un mauvais système du point de vue de la protection des eaux.

Micropolluants. Les progrès réalisés au niveau de la chimie analytique ont permis de plus en plus fréquemment de mettre en évidence la présence de produits pharmaceutiques et de substances à effets endocriniens dans les eaux superficielles. Ces composés sont dangereux d'une part parce qu'ils peuvent s'accumuler dans les organismes, p. ex. dans les tissus adipeux, et

Photos: Entsorgung + Recycling Zürich



Dans les sous-sols de Zurich.

d'autre part parce que leurs effets se font sentir à des concentrations particulièrement faibles, ce qui est surtout le cas des substances à effets endocriniens. Ainsi, le principe actif de la pilule contraceptive, le 17α -éthynylestradiol, a des effets mesurables sur les poissons à des concentrations inférieures à 1 ng/l [6].

Les risques liés à ce genre de polluants sont difficiles à évaluer. Conformément au principe de prévoyance, des mesures prophylactiques peuvent cependant être prises dès maintenant. H.R. Siegrist présente dans son article de la page 7 l'état actuel des recherches ainsi qu'un certain nombre de mesures pouvant être prises à la source et au niveau du traitement des eaux polluées.

Une infrastructure conservatrice. Le système d'assainissement est un système très peu flexible. Un nombre incalculable d'éléments d'âges et d'espérances de vie différents doivent y fonctionner comme un tout. Pour pouvoir employer au mieux les sommes élevées investies jusqu'à présent dans ce système, nous sommes contraints de remplacer ses éléments plus ou moins continuellement et donc de conserver sa structure [7]. C'est la raison pour laquelle il paraît aujourd'hui fort improbable que des solutions décentralisées (à petite échelle) puissent s'imposer à court ou à moyen terme; ceci indépendamment du fait qu'elles soient plus judicieuses d'un point de vue écologique ou économique.

Les résultats intermédiaires du projet de recherche allemand «Integrierte Mikrosysteme der Versorgung» (Microsystèmes intégrés

d'approvisionnement) montrent cependant que la structure un peu amorphe de l'économie des eaux urbaines est confrontée à des facteurs qui pourraient mettre en marche une véritable dynamique de changements (voir l'article de D. Rothenberger, p. 11). Ainsi p. ex., de petits déplacements de populations comme le phénomène de rurbanisation ont des conséquences importantes sur les besoins de financement ou d'investissements ainsi que sur la conception technique de l'assainissement. On peut citer d'autres exemples comme les effets de mesures d'économie des ressources en eau ou bien le déficit d'investissement qui se fait sentir à de nombreux endroits. Une action conjuguée de ces facteurs pourrait favoriser l'émergence de solutions à petite échelle dans certains cas particuliers régionaux (caractérisés par une particularité régionale ou par un emploi spécial).

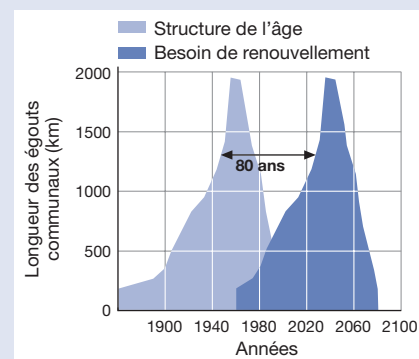


Fig. 2: Structure de l'âge des égouts du canton de Berne [4].



Travaux d'entretien dans les égouts effectués par des employés de «Entsorgung + Recycling Zürich».

Obligatoire: des concepts innovateurs pour l'assainissement

Comme l'illustre l'exemple de la figure 2, la première génération de canalisations est en cours de remplacement dans de nombreuses régions de Suisse. Etant donné les inconvénients de poids et les coûts élevés de l'assainissement en général, il semble tout indiqué d'envisager, en plus du remplacement proprement dit, de nouveaux concepts qu'il est possible d'intégrer au système existant et qui permettent à l'avenir de nouvelles possibilités d'intervention. A l'EAWAG, le projet NOVAQUATIS consacré à la collecte et au traitement séparés des urines s'inscrit dans ce cadre. L'urine représente moins de 0,5% de la quantité totale des eaux usées. Elle renferme cependant plus de 85% des composés azotés, 50% du phosphore et une grande partie des hormones qui entrent dans les stations d'épuration, et contribue donc fortement à la charge qu'elles ont à traiter [8]. Ce qui est particulièrement intéressant, c'est que cette technologie est très facile à intégrer dans l'infrastructure existante et qu'elle présente des avantages mêmes pour les systèmes mixtes. Ainsi, une collecte et un stockage transitoire des urines, même partiels, peuvent déjà contribuer à éviter les pics de pollution dans les stations d'épuration [9].

Ce qui importe aux chercheurs de l'EAWAG, ce n'est pas seulement l'application technique de ce concept novateur mais également l'évaluation du degré d'acceptation de cette innovation dans la population. En

effet, de nombreux facteurs décident du succès ou de l'échec d'une nouvelle technologie dans la pratique. Les décisions que les spécialistes du domaine actuel de l'assainissement prennent au niveau technique sont généralement prises sans consultation de la population. Des changements fondamentaux dans le système existant, comme le sont les mesures préconisées à la source, ne peuvent cependant être réalisés qu'avec la participation précoce de tous les acteurs impliqués. C'est pour cette raison que diverses études d'acceptabilité ont été effectuées dans le cadre du projet NOVAQUATIS (voir l'article de J. Lienert, p. 14). Les résultats obtenus jusqu'à présent montrent que l'introduction de la séparation des urines dans les ménages ne s'opposerait pas à une résistance notable si elle était effectuée dans certaines conditions. Il est ainsi clair qu'il revient aux spécialistes de l'assainissement un rôle décisif, celui de préparer le terrain aux approches novatrices comme la séparation des urines.

Un autre élément révèle que notre système d'assainissement ne répond pas à long terme aux critères du développement durable; il s'agit des difficultés rencontrées lors de l'installation du tout-à-l'égout dans les pays en voie de développement ou récemment industrialisés:

- il n'est pas possible de proposer un concept général pour l'évacuation des déchets,
- la consommation des ressources est trop importante (eau, canalisations),

- la flexibilité du système face à des déplacements importants ou à une croissance importante des populations est insuffisante,
- le besoin d'organisation centralisée est trop important,
- les coûts engendrés sont trop élevés.

Sur la base des Principes de Bellagio formulés en 2000, l'EAWAG a développé, pour la mise en application pratique de concepts intégrés de gestion des déchets dans les pays en voie de développement, un nouveau concept dans lequel le ménage est placé au cœur des processus de planification (voir l'article de A. Morel, p. 18).

Cette «Approche de gestion des eaux urbaines et des déchets centrée sur les ménages» présente également un grand intérêt pour la Suisse. Elle montre en effet comment le concept d'élimination des déchets peut être remodelé de fond en comble et appliqué avec moins de moyens financiers et de ressources en adoptant simplement une vision moderne des problèmes. Si nous parvenons à tirer des leçons de ce type d'approches et à les intégrer dans les structures existantes dont nous avons la charge, alors nous serons en mesure d'assurer à long terme, et dans une optique de durabilité, un assainissement de haut niveau.



Max Maurer, ingénieur chimiste et technicien des procédés, travaille à la division de «Génie de l'environnement» de l'EAWAG dans le domaine du traitement des eaux polluées et de la gestion durable des eaux urbaines.

- [1] Krejci, V., Lange J., Schilling W. (1992): Gewässerschutz bei Regenwetter. GAIA 1, 72-83.
- [2] Illi M. (1992): Von der Schissgrub zur modernen Stadtentwässerung. Hrsg.: Stadtentwässerung Zürich, Verlag: Neue Zürcher Zeitung, 264 S.
- [3] Stadelmann X. F., Külling D., Herter U. (2002): Les boues d'épuration: Engrais ou déchets? EAWAG news 53, 9-11.
- [4] Lehmann M. (1994): Volkswirtschaftliche Bedeutung der Siedlungswasserwirtschaft. Gas, Wasser, Abwasser 74, 442-447.
- [5] Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage OFEFP (2003): Coûts de l'assainissement. Informations concernant la protection des eaux, No 42, OFEFP, Berne, 48 p.
- [6] Petersen G.I., Norrgren L., Holbech H., Lundgren A., Koivisto S. (2001): Suitability of zebrafish as testorganism for detection of endocrine disrupting chemicals. Nordic Council of Ministers. TemaNord 2001, 597 p.
- [7] Larsen T.A., Gujer W. (2001): Waste design and source control lead to flexibility in wastewater management. Water Science and Technology 45, 309-318.
- [8] Larsen T.A., Gujer W. (1996): Separate management of anthropogenic nutrient solutions (human urine). Water Science and Technology 34, 87-94.
- [9] Abegglen C., Maurer M. (2003): Nitrifikationskapazität der ARA Arosa. EAWAG-Jahresbericht 2002, S. 22-23.