



Projet «STORM: Assainissement par temps de pluie»

# Concepts de protection des eaux en temps de pluie

Vladimir Krejci, Simon Kreikenbaum

## Auteurs

### Vladimir Krejci

Lindenstrasse 90  
8738 Uetliburg  
Tél. +41-55-280 33 92  
Fax +41-55-280 36 61  
hydrokrejci@tiscalinet.ch

### Simon Kreikenbaum

EAWAG, 8600 Dübendorf  
Tél. +41-44-342 59 84  
s.kreikenbaum@gmx.ch

La planification actuelle des stations d'épuration en Suisse est orientée vers la protection du milieu récepteur. Ces mesures doivent être planifiées de façon semblable pour les déversements en temps de pluie (déversoirs d'orage et eaux de ruissellement). Par conséquent, la stratégie de type «émission» appliquée jusqu'à maintenant doit être remplacée par une stratégie de type «immission». Pour la mise en place de ce nouveau concept, de nouvelles connaissances et expériences scientifiques en Suisse et à l'étranger doivent être transférées dans la pratique. La transition entre la précédente et la future stratégie doit être accompagnée par des mesures administratives.

## Introduction

Selon la Directive du PGEE [1], la planification de l'assainissement urbain doit être traitée de manière *intégrale* (de l'agglomération jusqu'aux milieux récepteurs en tenant compte des eaux souterraines), *locale* (spécifique pour chaque agglomération et son/ses milieux récepteurs) et *ciblée* (les mesures prises doivent apporter des solutions aux problèmes réels rencontrés). Cela signifie que le planificateur doit identifier les problèmes existants, connaître et comprendre leurs causes avant de proposer des solutions concrètes. Aux problèmes techniques s'ajoutent également des problèmes écologiques qui dépassent en partie le domaine de connaissance de

## Mots clés

Assainissement urbain intégré, émission, immission, traitement des déversements par temps de pluie, planification de l'assainissement.

### Konzepte des Gewässerschutzes

Die gegenwärtige Planung von Kläranlagen in der Schweiz wird konsequent auf identifizierte Gewässerschutzprobleme ausgerichtet. Ähnlich sollen auch die Massnahmen im Zusammenhang mit Abwassereinleitungen aus Kanalisationen bei Regenwetter geplant werden. Deswegen soll die bisher mehrheitlich angewandte Emissionsstrategie zunehmend durch die Immissionsstrategie ersetzt werden. Bei der Realisierung dieser Konzeption sollen neue wissenschaftliche Erkenntnisse und Erfahrungen aus dem In- und Ausland laufend in die Praxis übertragen werden. Der Übergang von der bisherigen zu der künftigen Strategie muss durch administrative Massnahmen eingeleitet werden.

### Protection of receiving waters – Concepts

Present planning of wastewater treatment plants in Switzerland is focussed on the protection of receiving waters. Wet-weather water protection measures have to be planned similarly. Therefore, the current emission based wet-weather pollution control strategy has to be replaced by an immission based. In order to realise this concept, updated scientific knowledge and experiences from Switzerland and from abroad have to be transferred into practice. The transition from the past to the future strategy has to be introduced by administrative measures.

Cet article est le deuxième d'une série de onze concernant le projet «STORM – Assainissement par temps de pluie» réalisé par l'EAWAG avec le soutien de l'OFEFP.

l'ingénieur. Ainsi, le planificateur devra collaborer avec les spécialistes d'autres disciplines (biologistes, chimistes, etc.).

### Stratégies de type émission et de type immission

Selon sa définition, la notion d'«*émission*» correspond à la production de matières, de rayonnements, de bruits et de vibrations nuisibles dans l'environnement. Le principe d'émission représente une stratégie de type «fin de tuyau» mieux connue en anglais sous le terme «End of Pipe». Les substances à l'exutoire de la canalisation sont au centre de cette considération. Les milieux récepteurs (lacs, rivières...) ne sont par contre pas pris en compte. Les paramètres importants de la stratégie de type émission sont donc les concentrations et les quantités de matières polluantes rejetées par une canalisation et non leurs effets sur le milieu récepteur.

Le terme «*immission*» désigne l'effet des matières, des rayonnements, des bruits et des vibrations sur les personnes, les animaux et les objets. Le principe d'immission se caractérise par un point de vue intégré. En effet, les apports dans le milieu récepteur, les caractéristiques de celui-ci et de ses exigences spécifiques sont pris en compte. Au centre de cet énoncé se placent les effets de l'assainissement urbain sur le milieu récepteur. Les paramètres permettant l'appréciation des situations critiques dans les milieux récepteurs jouent un rôle central dans la stratégie de type immission. Ce sont par ex.:

- ▶ Le type d'atteinte (par ex. substance chimique, bactériologie, érosion hydraulique, esthétique),
- ▶ l'intensité de l'atteinte (par ex. les concentrations de substances polluantes, l'intensité de l'érosion sur le lit d'un cours d'eau, l'ampleur des changements soudains de température, la quantité et la visibilité des matières grossières),
- ▶ la durée de l'atteinte (en minutes, heures, jours, mois, etc.),
- ▶ la fréquence de l'atteinte (chaque semaine, plusieurs fois par année, etc.),
- ▶ les conditions saisonnières (pendant les périodes sensibles pour les organismes, comme par ex. pendant le développement embryonnaire des poissons) ainsi que
- ▶ les particularités des milieux récepteurs (par ex. eaux de source, petites rivières, fleuve, lac...), les propriétés de ces milieux (débits, teneurs naturelles ou influencées en substances nutritives, variétés faunistique et floristique, usage de l'eau) et l'état morphologique (naturel/construit, sensible/peu sensible).

Les outils de travail de type émission ne font appel qu'à des paramètres de la zone urbaine circonscrite ainsi qu'à des données pluviométriques statistiques ou des relevés pluviométriques historiques. Les règles d'évaluation orientées vers le type immission se différencient des précédentes en utilisant en plus les paramètres des milieux récepteurs et éventuellement les processus qui s'y déroulent. La différence fondamentale entre les deux points de vue réside dans la définition de la limite du système «assainissement urbain».

Pour autant que les connaissances le permettent, nous essaierons à l'avenir de *remplacer l'évaluation de type émission par celle de type immission* et de faire adopter cette stratégie pour la planification de mesures de protection des eaux. Pour différentes raisons, aussi bien objectives que subjectives, cette modification ne sera pas facile à réaliser. La complexité et les connaissances limitées de cette problématique constituent les raisons objectives. Le fait, qu'aujourd'hui, les ingénieurs et scientifiques ne soient pas préparés de façon optimale aux solutions orientées vers le type immission et qu'avant tout, les ingénieurs préfèrent les solutions clairement définies et établies, appartient aux raisons subjectives.

### Évolution des approches de type émission et immission

La problématique de la contamination des milieux récepteurs par les déversements de temps de pluie n'est pas récente. L'importance des déversements et des rejets par les installations de traitement pour la protection des eaux a généré d'intenses discussions depuis leur introduction. Les paragraphes suivants visent à caractériser les phases de développement les plus importantes dans ce domaine, sans pour autant prétendre à l'exhaustivité. Les auteurs ont avant tout tenté de décrire les conditions générales de l'époque et leur influence sur l'évolution de cette discipline. Ces informations seront utilisées comme base de discussion. La division (subjective) en trois périodes d'évolution ne vise qu'à structurer l'exposé.

#### De l'introduction des canalisations jusqu'au milieu du 20<sup>ème</sup> siècle

Cette période a été avant tout caractérisée par les premiers investissements en assainissement urbain. Les réalisations dépendaient de l'ingénierie sanitaire, de la sécurité (santé publique), de l'hygiène ainsi que de la protection des eaux en relation avec la pêche. Ces critères ont servi de base à l'établissement des mesures techniques destinées aux eaux usées. Les paramètres les plus importants dans le domaine des eaux usées se rapportaient aux matières organiques dissoutes et colloïdales (DBO<sub>5</sub>) ainsi que particulaires (boue). Le paramètre le plus important dans les milieux récepteurs était l'oxygène. Par temps de pluie, la «dilution» du débit par temps sec dans la canalisation jouait le rôle central (évaluation de type émission). Cependant, pour la sauvegarde de la concentration d'oxygène minimale, la dilution des eaux usées mixtes dans les eaux naturelles était aussi partiellement prise en compte (évaluation de type immission, voir encadré 1).

Depuis plus de cent ans, une prescription générale existant en Angleterre stipulait déjà que les ouvrages de rejets ne pouvaient entrer en fonction que lorsque le sextuple du débit par temps sec était atteint. En Allemagne, un «dogme inébranlable», longtemps en vigueur, spécifiait qu'une dilution quintuple devrait être atteinte, avant qu'un rejet ne se produise [2].

Encadré 1.

Si l'on vérifie l'incidence des ouvrages de rejets pluviaux réalisés sur les milieux récepteurs, nous remarquons qu'une diminution des impacts n'était pas toujours confirmée. Il ressort de discussions et de documentations sur cette problématique (par ex. sondage auprès de 60 villes allemandes) qu'«aucune représentation uniforme ne règne dans ce domaine pour analyser le mode d'action des ouvrages de déversement» [2].

Avant la deuxième guerre mondiale, on s'est tout de même efforcé, au moins sporadiquement, de prendre en compte les conditions locales du milieu récepteur lors du dimensionnement des ouvrages de déversement (voir encadré 2).

En 1943, lors de l'élaboration du premier projet de canalisation général dans la commune de Fehraltorf/ZH, les dits «facteurs de mélange» ont aussi été déterminés en tenant compte du milieu récepteur (rivière Kempt). Trois «facteurs de mélange» différents ont résulté des trois variantes de déversement proposées. Ces facteurs ont en effet été calculés pour différentes variantes d'aménagement des surfaces d'habitation et des canalisations [4].

Ces exemples indiquent qu'il y a plus de 60 ans, certains spécialistes pouvaient déjà proposer des solutions plausibles et orientées vers le type immission, conformément aux connaissances hydrologiques de cette époque.

### Des années 1950 aux années 1970

L'examen systématique des eaux déversées dans le Northampton (Angleterre) a eu une grande importance pour le développement de cette problématique en Suisse après la deuxième guerre mondiale. Lors de cette étude, entre février 1960 et janvier 1962, les concentrations de différentes substances ont été mesurées dans les eaux déversées (MES,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{DBO}_5$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$  et chlorures) et la contamination annuelle d'un déversoir fictif a été calculée pour différents rapports de dilution du déversement par temps sec [5]. Réalisé indépendamment du milieu récepteur, cet examen a représenté, au cours des années suivantes, une base importante pour l'évaluation de type émission lors du traitement des eaux pluviales.

Les examens de Northampton ont servi de base importante à l'EAWAG pour les travaux de recherche. Tiré du résumé de la publication détaillée relative à l'effet des différentes mesures sur l'état des milieux récepteurs en temps de pluie, on peut citer l'un des énoncés les plus importants ayant eu, pendant des décennies, une influence sur la stratégie de protection des eaux en Suisse: «*Les meilleurs résultats sont obtenus par une absence de déversement entre les étapes mécaniques et biologiques (par ex. 1+1 à la station d'épuration) et en maintenant les bassins pluviaux le plus grand possible ...*» [6]. «La masse annuelle rejetée» est devenue le paramètre le plus important de cette stratégie de type émission ainsi que la base de la planification des mesures de protection des eaux.

Le rôle dominant de l'ingénieur sanitaire traditionnel en matière de technique des eaux usées a été remis en question

Peu avant la deuxième guerre mondiale, une proposition a été publiée ayant pour titre «détermination d'un facteur de dilution  $n$  pour le déversement pluvial sur la base du facteur de dilution admissible  $m$  dans le milieu récepteur». Le facteur de dilution  $m$  a été calculé sur la base de la concentration minimale admissible en oxygène dans un milieu récepteur déterminé. Dans l'exemple documenté, la concentration minimale admissible en oxygène a été déterminée à 3 mg  $\text{O}_2/\text{l}$  et le calcul de la dilution des déversements dans le milieu récepteur a été réalisé avec le débit minimum mesuré durant de longues années dans le milieu récepteur. La valeur  $Q_{18}$  a été choisie comme valeur déterminante par temps sec. Les matières organiques ont été estimées à  $\frac{2}{3}$  de matières en suspension et  $\frac{1}{3}$  de matières dissoutes. [3].

#### Encadré 2.

dans les années soixante et soixante-dix. Avec l'introduction de l'épuration des eaux usées, les ingénieurs en procédés et les ingénieurs chimistes ont gagné de plus en plus d'importance. L'introduction des modèles de simulation hydrologiques et hydrauliques en assainissement a également suscité un intérêt croissant de la part des hydrologues et hydrauliciens pour cette spécialité. Ces spécialistes n'ont cependant communiqué que rarement entre eux, ce qui a conduit, dans le domaine des eaux usées, à une séparation indésirable entre les secteurs «canalisation» et «épuration des eaux usées».

Dans les années soixante et soixante-dix, de nombreuses informations concernant la contamination des eaux dans les canalisations par temps de pluie ont été acquises aux USA. Ces informations ont été modélisées et incorporées dans des programmes de simulation [7, 8 et 9]. Ces projets ont été traités principalement par des ingénieurs et des hydrologues. Les scientifiques n'y ont collaboré que rarement (voir encadré 3). Lors de ces recherches scientifiques, le «système technique d'assainissement» (canalisations et ouvrages spéciaux) a été clairement mis en évidence, ce qui démontre la vision unilatérale des problèmes en faveur des domaines techniques lors des conférences scientifiques et dans les publications.

L'insuffisance de communication entre ingénieurs (hydrologues) et scientifiques a contribué à «cimenter» la stratégie de type émission dans ce domaine. Cette réalité a également trouvé un écho dans les Directives pour la planification et le dimensionnement des installations de traitement des eaux pluviales [12, 13].

### Ces 20 dernières années

La dernière période de ce développement peut être caractérisée par une tendance à «l'assainissement urbain intégré». Les connaissances développées dans les années soixante et

Porcella et Sorensen [10] ont évalué 1200 publications scientifiques concernant le domaine de l'hydrologie urbaine et ont trouvé que seuls 2% des articles étaient consacrés aux aspects écologiques des impacts de l'assainissement urbain. 40% des articles concernaient la modélisation des processus d'écoulement pluviaux, 35% des articles étaient consacrés aux mesures des débits pluviaux et 23% à des examens chimiques des eaux en temps de pluie.

Huit ans plus tard, à la IV<sup>ème</sup> conférence internationale «Urbain Storm Drainage», en septembre 1987 à Lausanne, un seul exposé traitait directement des impacts écologiques des déversoirs d'orage [11].

#### Encadré 3.

soixante-dix par des spécialistes dans différentes niches spécialisées devaient principalement contribuer à la mise en place de solutions conceptuelles innovantes, par une communication et une collaboration interdisciplinaire.

Tous les partenaires, dans le domaine de l'assainissement urbain, étaient convaincus que l'association des stations d'épuration et des milieux récepteurs dans une «solution intégrale» était inévitable. Cette problématique était cependant nouvelle, non seulement pour les ingénieurs, mais encore pour beaucoup de scientifiques. Ainsi, ce processus s'est déroulé considérablement plus lentement que, par exemple, l'évolution des modèles de simulation hydrologiques et hydrauliques pendant la période précédente.

Dans les années quatre-vingts et quatre-vingt-dix, les biologistes sont devenus plus actifs dans les discussions sur le thème «déversement par les canalisations en temps de pluie» par ex. [14, 15, 16, 17 et 18]. Aux conférences en hydrologie urbaine, une attention bien plus grande a été portée à cette problématique. En 2001, une conférence spéciale était consacrée aux relations entre l'assainissement urbain et l'état des cours d'eau aux USA [19]. De nouveaux travaux ont également apporté des indications pratiques pour la planification des mesures orientées vers le type immission. En font partie par ex. les indications pour l'appréciation de la concentration critique en O<sub>2</sub> [20], la toxicité aiguë du NH<sub>3</sub> [21] ou les indications concernant le stress hydraulique tolérable par la biocénose dans les petits milieux récepteurs [22]. Pourtant, dans la pratique, les nouvelles connaissances sont encore trop peu prises en compte dans l'assainissement urbain.

L'évaluation de type immission a été également soutenue au cours des 20 dernières années par des instruments législatifs et administratifs. L'ordonnance suisse sur la protection des eaux, OEau [23] formule en particulier de nombreuses exigences. De même, la directive VSA sur la planification générale de l'évacuation des eaux (PGEE) [1] et la Recommandation pour l'élaboration des plans régionaux d'évacuation des eaux (PREE) [24] soutiennent clairement l'implantation de mesures se rapportant à la protection des milieux récepteurs. À l'échelle européenne, c'est la Directive Cadre (actuellement l'instrument le plus important influençant les instruments législatifs nationaux des Etats-membres) qui soutient pratiquement la même stratégie que celle soutenue par les instruments suisses. Tous les instruments mentionnés ci-dessus, avec leurs exigences verbalement formulées, ont leur importance. Ils ne peuvent cependant être utilisés que partiellement pour le travail pratique de l'ingénieur. Des indicateurs appropriés et leurs valeurs formulées numériquement sont indispensables à l'application pratique.

### Exemples de pratique de planification

Les trois exemples suivants illustrent les divers concepts dans différentes directives actuellement en vigueur. L'exemple Suisse de prise en compte des déversoirs d'orage selon [12]

illustre la stratégie orientée majoritairement vers le type émission. L'exemple anglais [25] illustre la tendance actuelle de prendre en compte les réflexions de type immission dans les directives techniques. L'exemple des USA illustre une tentative de solution globale, orientée vers la protection du milieu récepteur, mais sans réel soutien de la stratégie de type immission. Dans la plupart des pays européens, la stratégie actuelle se base généralement sur l'évaluation de type émission.

### Recommandations de l'office fédéral de la protection de l'environnement en 1977 [12]

De nouvelles propositions pour le dimensionnement des déversoirs d'orage ont pu être présentées à l'aide des expériences réalisées jusqu'à présent et des nouvelles simulations conduites par W. Munz (EAWAG) [26, 27]. Ces propositions ont été regroupées dans les «Recommandations pour la conception et les dimensions des déversoirs de crue et bassins de décharge des eaux pluviales» [12]. L'innovation conceptuelle la plus importante dans la recommandation mentionnée fut l'introduction d'un coefficient de déversement (également désigné par «valeur U») au moyen duquel la sensibilité hydrologique, la protection de la nature et les exigences d'ordre esthétique, suite à un déversement d'eaux usées mixtes, devraient être pris en compte (exigences «minimales», «moyennes», «hautes» ou «extrêmement hautes») (voir tableau 1).

La méthode de calcul proposée permettait d'introduire les différentes fonctions des bassins pluviaux comme le stockage, l'épuration et le piégeage de manière différenciée [28]. De plus, cette recommandation prenait en considération le dimensionnement des bassins pluviaux aménagés en série ainsi que l'utilisation d'un nouveau type de bassin, le canal d'emmagasinement. Lors du dimensionnement, le volume de stockage passif est également pris en compte dans la canalisation en amont du point de déversement.

L'application pratique de ces recommandations est très aisée. Les praticiens les ont accueillies de manière positive et les ont en général appliquées dans toute la Suisse.

La valeur U avait une influence décisive sur le dimensionnement des installations de déversement sans prise en compte suffisante, cependant, des causes et de l'effet des problèmes hydrologiques réels. Il n'existe aucune méthodologie capable d'attribuer clairement une valeur U appropriée à chaque milieu récepteur en fonction d'indices biologiques dans le milieu naturel. Écologiquement, la valeur U n'est pas irr-

Exigence du milieu récepteur	Valeur «U»
Minimale	20
Moyenne	30
Haute	40
Très haute	50

Tableau 1: Exigences de protection des milieux récepteurs et leur valeur U correspondante [28].

futable. Ainsi, l'estimation de cet indice reste toujours une question d'appréciation personnelle. Cette situation reflète une nouvelle fois le fait que les ingénieurs et les biologistes considèrent les eaux d'un point de vue fondamentalement différent: L'ingénieur attend de la part du biologiste des indications exactes quant aux contaminations maximum pouvant être tolérées dans le milieu récepteur, idéalement sous forme de valeur U ou d'un indice semblable pouvant être directement introduit dans l'une de ses formules d'évaluation. Mais d'un autre côté, la complexité des écosystèmes aquatiques empêche le biologiste de formuler quantitativement la contamination admissible du milieu récepteur provenant des bassins pluviaux.

Lors du choix et du dimensionnement des bassins, les fonctions stockage, épuration et piégeage sont caractérisées au moyen de simples paramètres du bassin et de la canalisation. Ces paramètres et leurs valeurs ont été établis au moyen de calculs de simulation dans des «conditions suisses moyennes» et généralisés dans les recommandations. Les directives pour le dimensionnement des installations disposées en cascade ont été également établies de manière similaire. Les modèles et les programmes de simulation actuels permettent cependant une prise en compte considérablement plus précise des conditions locales, raison pour laquelle ces recommandations sont dépassées.

Les performances nécessaires (retenue des masses polluantes) aux installations n'étaient pas formulées explicitement dans les recommandations, bien que le dimensionnement des installations soit basé sur des considérations d'efficacité. Ces performances sont «dissimulées» dans les formules de calcul, c'est pourquoi il est difficile de vérifier la performance des installations dans le sens d'un contrôle des résultats. La charge polluante et les quantités d'eau usée mixte admissibles rejetées dans le milieu récepteur restent inconnues. À cet effet, A. Hörler développa un procédé de dimensionnement décrivant mathématiquement l'influence du débit spécifique à l'aval du déversoir ( $r_{ab}$ ) et du volume spécifique du bassin ( $i$ ) sur les quantités d'eau usée mixte et les charges polluantes rejetées. Au moyen de cette méthode, une contamination par les déversoirs d'orage, par exemple, peut être choisie (par ex. 20% de la contamination annuelle par temps pluie) et le volume de retenue nécessaire à cet effet estimé. L'influence des déversements sur la faune aquatique et le milieu récepteur correspondant, cependant, n'est pas prise en compte par Hörler. En fonction de quelle contamination admissible déversée les bassins pluviaux doivent-ils être dimensionnés de manière judicieuse? La question reste ouverte en utilisant ce procédé [29, 30].

### **Le concept du traitement des eaux pluviales en Grande-Bretagne**

En Grande-Bretagne, la stratégie de l'«assainissement urbain intégré» est soutenue par le manuel «Urban Pollution Management Manual», en raccourci UPM Manual [25]. Un prin-

cipe de base de la protection des eaux britannique stipule que les valeurs limites devant être respectées par les différents déversoirs sont déterminées de manière telle, qu'en toute circonstance l'utilisation des eaux ne souffre d'aucune conséquence nuisible due au contenu en substances nocives. Cela signifie que les objectifs de qualité sont fixés en fonction du type d'utilisation de l'eau – contrairement à la Suisse, où toutes les eaux doivent être traitées de la même manière. La protection des écosystèmes aquatiques, la protection des eaux de baignade et la garantie de la fonction d'agrément passent ici au premier plan. Des valeurs limites de type immission sous forme de concentrations de polluants sont ensuite définies, valeurs dont le respect garantit l'utilisation souhaitée.

La Grande-Bretagne applique deux genres de valeurs limites différentes: (1) les valeurs limites de type immission relatives aux déversements pouvant concerner la fréquence de ceux-ci, les charges polluantes annuelles etc. et (2) les valeurs limites de type immission relatives aux eaux du milieu récepteur. Celles-ci sont définies, par exemple, par le biais de concentrations minimales ou maximales admissibles (par ex. pour  $NH_3$  ou pour  $O_2$ ). La majorité des valeurs limites britanniques se rapportant à la protection des eaux représentent ainsi des valeurs limites de type immission.

#### *La protection des écosystèmes aquatiques*

Afin de protéger efficacement l'espace vital «eau» en temps de pluie, l'UPM Manual dispose de deux différents énoncés:

1. Les limites pour des contaminations par à-coup en rapport direct avec des événements de déversement (valeurs limites de durée de concentration en fonction de la périodicité) ou
2. Les valeurs limites basées sur le pourcentage des concentrations mesurées, comme par exemple les concentrations atteintes ou dépassées dans 90%, 95% ou 99% des cas.

Pour le premier énoncé, les valeurs limites de durée de concentration sont basées sur des tests de toxicité avec les poissons. Ces valeurs limites sont interpolées à partir de la NOEC («No Observed Effect Concentration») et de la  $LC_{50}$  («Lethal Concentration»). La NOEC correspond à une concentration ne causant aucun effet nuisible aux organismes examinés lors d'une exposition à long terme. La  $LC_{50}$  correspond à une concentration causant la mort de 50% de la population lors d'une exposition à une durée déterminée. Lors de l'interpolation des résultats, la fréquence annuelle de la  $LC_{50}$  doit correspondre au moins au temps nécessaire pour la régénération de la population piscicole.

Le deuxième énoncé repose sur les valeurs limites basées sur un pourcentage. Une concentration de 99%, par exemple, signifie que la valeur limite prédéterminée ne peut être dépassée que durant 1% du temps. En Grande-Bretagne, tous les milieux récepteurs, selon l'utilisation, sont subdivisés en cinq classes d'écosystèmes, pour lesquelles différentes contaminations sont tolérées (voir tableau 2).



Classe d'écosystème	DCO Pourcentage 99% [mgDCO/l]	NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N Pourcentage 99% [mgN/l]	NH <sub>3</sub> -N Pourcentage 99% [mgN/l]
Classe 1	5,0	0,6	0,04
Classe 2	9,0	1,5	0,04
Classe 3	14,0	3,0	0,04
Classe 4	19,0	6,0	Pas de données
Classe 5	30,0	25,0	Pas de données

Tableau 2: Valeurs limites présentées en fonction des classes de qualité pour un écosystème.

### Protection des eaux de baignade

Le manuel UPM donne deux énoncés se rapportant à la protection des eaux de baignade, afin de garantir la qualité de ces eaux: des directives pour la fréquence de déversement et des valeurs limites basées sur le risque de pollutions bactériologiques. En outre, en tant que facteur influençant la mise en danger des lieux de baignades par les déversements, il est fait mention de la distance entre le déversoir et le lieu de baignade. Les directives pour la fréquence de déversement permettent un certain nombre de déversements par saison balnéaire (par ex. 3). L'énoncé basé sur le risque vise la restriction des coliformes dans les eaux (voir tableau 3).

Paramètre	Valeur-seuil [Quantité/100 ml]	Dépassements [% de la durée de la saison balnéaire]
Coliformes fécaux	2 000	1,8
Total des bactéries de type coliforme	10 000	1,8

Tableau 3: Valeurs limites basées sur le risque pour garantir la qualité des eaux de baignade.

### Garantie de la fonction d'agrément

Les déversements de systèmes unitaires perturbent la fonction d'agrément des milieux récepteurs, avant tout par des impacts esthétiques pouvant être incontestablement attri-

Exigence pour la fonction d'agrément	Fréquence des déversements présagée	Exigence de séparation des matières solides
haute	> 1 déversement/an ≤ 1 déversement/an	séparation des particules ≥ 6 mm séparation des particules ≥ 10 mm
moyenne	> 30 déversements/an ≤ 30 déversements/an	séparation des particules ≥ 6 mm séparation des particules ≥ 10 mm
peu ou pas	Pas de données	Dimensionnement en conformité avec les recommandations courantes

Tableau 4: Exigences des déversements en fonction des prétentions d'utilisation.

bués aux eaux usées. Ceux-ci sont constitués de mauvaises odeurs, de colorations et de déchets solides. Pour l'instant, le manuel UPM ne prévoit que les déchets solides comme critère de protection de la fonction d'agrément des milieux récepteurs. Dans le manuel UPM, les exigences en matière de déversement seront adaptées à l'intensité de l'utilisation (voir tableau 4).

### Traitement des eaux unitaires aux Etats-Unis

Les bases du règlement américain pour le traitement des eaux pluviales dans le système unitaire sont décrites dans le rapport «Guidance for Long-Term Control Plan» [31]. Les bases pour l'autorisation d'un déversoir sont présentées dans les «Nine Minimum Controls» [31, 32]. Ces 9 points définissent les exigences minimales, à savoir:

1. Exploitation convenable et entretiens réguliers du réseau de canalisation et des déversoirs d'orage.
2. Utilisation maximale du volume du réseau de canalisation pour le stockage des eaux usées en temps de pluie.
3. Vérification et modification des installations de prétraitement afin de minimiser la contamination des eaux.
4. Acheminer le plus possible d'eaux usées par temps pluie vers la station d'épuration.
5. Aucun déversement par temps sec dans un système unitaire.
6. Retenue des matières grossières et des déchets flottants aux déversoirs d'orage.
7. Éviter les pollutions dans la zone d'assainissement.
8. Informations suffisantes pour le public sur la présence et sur les conséquences des déversements pluviaux.
9. Surveillance des déversements au moyen de systèmes de mesure et détermination du degré d'efficacité du traitement des eaux pluviales.

Outre la réalisation à court terme des points mentionnés ci-dessus, l'EPA attend que les communes établissent une planification à long terme, telle que le développement ultérieur des canalisations unitaires, afin de rester en accord avec les instruments législatifs. Deux voies alternatives sont proposées à cet effet, un procédé de justification et la satisfaction des exigences minimales:

#### Procédé de justification (Demonstration Approach)

Le requérant doit prouver que son concept de traitement des eaux de pluie satisfait aux exigences du Clean Water Acts [33]. On peut alors renoncer à satisfaire les exigences minimales. La justification requise comprend les points suivants:

1. Les mesures planifiées sont à même d'atteindre les buts fixés pour la qualité de l'eau, à moins que, de toute façon, les buts ne puissent être atteints en raison d'autres contraintes hydrologiques.
2. Les déversoirs restants ne perturbent pas la qualité des eaux de manière inadmissible.
3. Les mesures planifiées garantissent la meilleure retenue des masses de polluants.

4. Les mesures planifiées sont conçues de telle façon qu'elles puissent être élargies ou complétées à peu de frais, s'il devait s'avérer que la qualité de l'eau prescrite ne puisse être atteinte.

#### Satisfaction aux exigences minimales (Presumption Approach)

Si les critères énoncés ci-après devaient tous être remplis, l'autorité de surveillance demande qu'un traitement des eaux pluviales raisonnable et suffisant soit réalisé. On renoncera alors à d'autres justifications avec modèles de simulation et évaluations de type immission.

1. En moyenne sur le long terme, aucun déversoir ne peut entrer en action plus de 4 fois, avec autorisation exceptionnelle de 6 fois par année. Un déversement consiste en un événement pluvial continu pouvant comporter plusieurs phases de déversement.
2. En moyenne sur un long terme et en considérant le réseau complet des canalisations, au moins 85 % des eaux usées s'écoulant en temps de pluie vers la station d'épuration doivent être traitées.
3. Par des mesures, des calculs de simulation, etc., il doit être prouvé que la contamination retenue n'est pas plus petite que celle obtenue selon le critère des 85 % du point 2.

La majorité des communes a choisi le procédé destiné à satisfaire aux exigences minimales. Ce procédé paraît plus simple, plus clair et plus rapide pour être mis en place [32].

### Perspective

La législation suisse relative à la protection des eaux est orientée vers le type immission. Aussi bien la loi sur la protection des eaux LEaux [34] que l'ordonnance sur la protection des eaux [23] formulent un certain nombre d'exigences. Cependant, aucune exigence spécifique au temps de pluie, définie numériquement, n'est donnée jusqu'à présent dans les instruments législatifs. Une formulation verbale analogue aux exigences en matière de protection des eaux en Suisse figure également dans la Directive cadre sur la protection des eaux de l'Union Européenne [35]. Ainsi, la détermination d'indicateurs appropriés spécifiques au temps de pluie et leur évaluation numérique est une tâche urgente, non seulement en Suisse mais également au niveau international.

Au vu des incertitudes existantes, il est recommandé d'introduire ces exigences non pas au niveau législatif, mais au niveau administratif (par ex. dans le cadre des directives cantonales d'exécution ou des directives VSA). À ce niveau, les nouvelles connaissances et adaptations éventuelles peuvent être réalisées plus simplement qu'au niveau législatif.

Le transfert des *expériences et connaissances internationales* pour les conditions suisses n'est réalisable que partiellement. Actuellement, il n'existe aucune indication sur la protection des eaux par temps de pluie, orientée vers le type immission et directement applicable en Suisse, exception faite de quelques cas en Europe (avant tout Angleterre et pays scandi-

naves). Cependant, différentes indications méthodologiques par ex. du Danemark [20], de l'Angleterre [25] et de la «Demonstration Approach» des USA [31] peuvent être prises en considération, lors de l'établissement de la stratégie de protection des eaux par temps de pluie en Suisse.

Les connaissances scientifiques acquises au cours des dernières années par ex. [14, 15, 16, 17 et 18] n'ont trouvé qu'un faible écho dans la pratique, les règlements administratifs appliqués jusqu'à présent étant orientés vers le type émission. Ainsi, l'introduction de la stratégie de traitement des eaux pluviales, orientée vers le type immission, doit être soutenue par un règlement administratif. D'autres progrès dans ce domaine ne peuvent aboutir que par l'application systématique de la stratégie orientée vers le type immission, lors de la planification de mesures et par un contrôle conséquent des résultats des mesures réalisées.

### Conclusions

- La future planification des mesures appliquées au traitement des eaux pluviales prendra mieux en compte que jusqu'à présent, les conditions spécifiquement locales des milieux récepteurs.
- La stratégie d'émission, majoritairement appliquée jusqu'à présent, est remplacée de plus en plus par la stratégie d'immission (autant que possible et raisonnablement).
- Les approches internationales de protection des eaux par temps de pluie donnent des indications pour une application au niveau Suisse [20, 21, 25, 35 etc.].
- À l'avenir, les nouvelles connaissances scientifiques [14, 15, 16, 17 et 18] doivent être davantage transférées dans la pratique que par le passé.
- Le passage de la stratégie actuelle à celle future doit s'effectuer au moyen de mesures administratives, telle qu'une directive.

### Littérature

- [1] VSA (1989): Plan général d'évacuation des eaux. Manuel d'explication. Association Suisse des professionnels de la protection des eaux, www.vsa.ch, Zürich.
- [2] Kurz, H. (1923): Die Wirkung von Regenüberfallwerken städtischer Kanalisationen auf die Vorfluter. Gesundheits-Ingenieur, Heft 7, 46. Jahrg., 1923.
- [3] Bayerle, B. (1938): Die Verschmutzung der Wasserläufe durch die Regenauslässe der Entwässerungsnetze. Gesundheits-Ingenieur, Heft 30, 61. Jahrg. 1938, p. 413–417.
- [4] Frey, Th. und Hörler, A. (1943): Generelles Kanalisationsprojekt Gemeinde Fehraltorf. Technischer Bericht, Zürich, 15. Juli 1943.
- [5] Gameson, A.L.H. and Davidson, R.N. (1963): Storm-Water Investigations at Northampton. Journal and Proceedings of the Institute of Sewage Purification, Part 2, pp.105–130. London.
- [6] Munz, W. (1966): Die Wirkung verschiedener Gewässerschutzmassnahmen auf den Vorfluter. Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie, Vol. 28, Fasc. 2, p. 184–237.
- [7] EPA (1971): Storm Water Management Model, Volume I bis IV, U.S. Environmental Protection Agency, Water Quality Office, Report No. 11024 DOC, Washington, DC 20460 USA.

- [8] EPA (1974): Urban Stormwater Management and Technology: An Assessment, EPA-670/2-74-040, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Cincinnati, Ohio, 45268.
- [9] EPA (1977): Application of Stormwater Management Models – 1976, EPA-600/2-77-065, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Cincinnati, Ohio, 45268.
- [10] Porcella, D.B. and Sorensen, D.L. (1979): Characteristics of nonpoint source urban runoff and its effects on stream ecosystems. Report to U.S. EPA, Corvallis, OR 97330.
- [11] Gujer, W. and Krejci, V. (1987): Urban storm drainage and receiving waters ecology, in: Urban storm water quality, planning and management, Proceedings of IV. Int. Conference in Urban storm drainage, Lausanne, 1987.
- [12] OFPE (1977): Recommendations pour la conception et les dimensions des déversoirs de crue et bassins de décharge des eaux pluviales. Office fédéral de la protection de l'environnement, 13 pp, Bern.
- [13] ATV (1992): ATV-A 128, Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen. Abwassertechnische Vereinigung e.V., Hennef.
- [14] Wolf, P. und Borchardt, D. (1990): Ein Ansatz für die ökologische Bewertung der Gewässerbelastung aus Mischwassereinleitungen. *Korrespondenz Abwasser* 37, 1350–1355.
- [15] Borchardt, D. and Stutzner, B. (1990): Ecological Impact of Urban Stormwater Runoff Studied in Experimental Flumes: Population Loss by Drift and Availability of Refugial Space. *Aquatic Sciences*, Vol. 52, No. 4, p. 299–314.
- [16] Gammeter, S. (1996): Einflüsse der Siedlungsentswässerung auf die Invertebraten-Zönose kleiner Fliessgewässer. Dissertation, ETH Zürich.
- [17] Fischer, J. (1997): Einfluss von Mischwassereinleitungen auf den Stoffhaushalt und die Biozönose kleiner Fliessgewässer im ländlichen Raum. Fachbereich Biologie, Johannes Gutenberg-Universität, Mainz.
- [18] Podraza, P. und Widera, J. (1998): Auswirkungen von Mischwassereinleitungen auf den Stoffhaushalt und die Biozönose von Fliessgewässern; Fallbeispiel Schondelle (NRW) – ein kleines urbanes Fliessgewässer im Bergland. *gw – Wasser/Abwasser*, Vol. 139, No. 7, p. 402–407.
- [19] Urbonas, B. (2002): Linking Stormwater BMP Design and Performance to Receiving Water Impact Mitigation. Proceedings of an Engineering Foundation Conference, Snowmass Village, Colorado, ISBN 0-7844-0602-2, American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia, USA.
- [20] Hvitved-Jacobsen, T. (1985). Forurening af vandløb fra overløbsbygværker. Dansk Ingeniørforening, Spildevandskomiteen, Aalborg. (pour une version anglaise voir aussi [36].)
- [21] Whitelaw, K. and de Solbé, J.F. (1989): River catchment management: an approach to the derivation of quality standard for farm pollution and storm sewage discharges. *Wat.Sci.Tech.* 21, 1065–1076.
- [22] Frutiger, A., Engler, U., Gammeter, S., Lüdi, R., Meier, W., Suter, K. und Walser, R. (2000): Zustandsbericht Gewässer – Teil Gewässerschutz, Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute Zürich.
- [23] Ordonnance sur la protection des eaux (1998): Etat au 6 mars 2001 (RS 814.201).
- [24] VSA (2000): Le plan régional d'évacuation des eaux (PREE). Recommandations pour l'élaboration du PREE dans le cadre d'une planification intégrée des eaux. Association Suisse des professionnels de la protection des eaux, www.vsa.ch, Zürich.
- [25] FWR (1998). «Urban Pollution Management Manual (2<sup>nd</sup> ed.)» Foundation for Water Research, Marlow.
- [26] Munz, W. (1975): Regenüberläufe mit und ohne Regenbecken, Ein kurzgefasster Leitfaden über Konzeption und Bemessung. EAWAG, Dübendorf, Zürich.
- [27] Munz, W. (1977): Regenüberläufe mit und ohne Regenbecken, Eine Wegleitung zu Konzeption und Bemessung. EAWAG, Dübendorf, Zürich.
- [28] Munz, W. (1979): Fangen, Klären, Speichern bei der Bemessung von Regenbecken. Hochwasserentlastung oder Regenbecken? 2 Aufsätze zum Überlaufproblem. EAWAG, Dübendorf, Zürich.
- [29] Hörler, A. (1978): Beitrag zur Ermittlung des Inhaltes von Regenüberlaufbecken unter Berücksichtigung der Belastung des Vorfluters. *Gas-Wasser-Abwasser*, Vol. 58, No. 8, p. 415–421.
- [30] Hörler, A. (1987): Die Vorfluterbelastung durch Regenentlastungen von Kanalisationen unter Berücksichtigung von Jahresfrachten. *Gas-Wasser-Abwasser*, Vol. 67, No. 11, p. 712–725.
- [31] EPA (1995): Combined Sewer Overflows. Guidance for Nine Minimum Controls. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Wastewater Management, EPA 832-B-95-003, Washington, DC 20460 USA.
- [32] ATV-DVWK (2003): Hinweise zu Wirksamkeit und Kosten gewässerbezogener Massnahmen zur Regenwasserbehandlung in der Stadtentwässerung. Arbeitsbericht, ISBN 3-924063-84-2, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. Hennef.
- [33] WEF (1997): The Clean Water Act (CWA), updated for 1997. 25<sup>th</sup> Anniversary Edition, Water Environment Federation, Alexandria, VA, USA.
- [34] Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) (1991). Etat au 21 décembre 1999 (RS 814.20).
- [35] EU WRRL (2000): Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. *Journal officiel* n° L 327 du 22/12/2000 p. 0001–0073
- [36] House, M.A., Ellis, J.B., Herricks, E.E., Hvitved-Jacobsen, T., Seager, J., Lijklema, L., Aalderink, H., and Clifforde, T.I. (1993): Urban drainage – impacts on receiving water quality. *Water Science and Technology* 27, 117–158.

---

#### Impressum

Cette étude a été initiée par l'office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEP) et par l'Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux (EAWAG). Elle est présentée sous la forme du projet «STORM: Assainissement par temps de pluie».

© EAWAG, BUWAL (2004)

#### Responsable de projet:

Vladimir Krejci, Dr. sc. tech.

#### Collaborateurs

Rolf Fankhauser, Dr. phil.  
 Andreas Frutiger, Dr. sc. nat.  
 Simon Kreikenbaum, Dipl. Ing. ETH  
 Luca Rossi, Dr. sc. tech.

#### Le projet STORM a été suivi par un groupe d'experts:

Erwin Bieri, OFEFP  
 Prof. Dr. Markus Boller, EAWAG  
 Patrick Fischer, OFEFP  
 Prof. Dr. Willi Gujer, ETHZ et EAWAG  
 Rolf Lüdi, OFEFP  
 Prof. Dr. Wolfgang Rauch, Universität Innsbruck  
 Kurt Suter, VSA und Baudepartement des Kantons Aargau

#### Traduction

Daniel Eschmann, Luca Rossi

#### Layout

Peter Nadler, Künsnacht

#### Graphisme

Lydia Zweifel

#### Commande

EAWAG, Überlandstrasse 133, 8600 Dübendorf  
[http://www.eawag.ch/publications/d\\_index.html](http://www.eawag.ch/publications/d_index.html)

---