EAWAG

BUWAL
OFEFP
UFAFP
SAEFL

Projet «STORM: Assainissement par temps de pluie»

Exigences légales en matière d'assainissement par temps de pluie

Luca Rossi, Vladimir Krejci, Simon Kreikenbaum

Auteurs

Luca Rossi
EAWAG, 8600 Dübendorf
Tél. +41-44-823 53 78
Fax +41-44-823 53 89
luca.rossi@eawag.ch

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

Les exigences en matière de déversements d'eaux usées par temps de pluie représentent une base importante pour la planification de mesures de protection des eaux. En comparaison avec la situation par temps sec, la définition de ces «exigences de temps de pluie», en tenant compte de la dynamique pluviale, doit faire face à des incertitudes plus grandes. Néanmoins, différentes exigences sont proposées dans cette publication. Elles se basent sur les connaissances actuelles dans le domaine et serviront de base pour de futures directives suisses.

Situation suisse relative à la protection des eaux par temps pluie

La Loi suisse sur la protection des eaux (LEaux) [1] et l'Ordonnance suisse sur la protection des eaux (OEaux) [2] sont avant tout centrées sur une situation par temps sec et ne portent qu'une attention très rudimentaire à la dynamique des polluants en temps de pluie. Ainsi, par ex. dans l'annexe 2 de l'OEaux, le respect des objectifs de qualité de l'eau est exigé explicitement quel que soit le débit du cours d'eau, hormis les pointes de crues inhabituelles et les étiages prononcés. L'OEaux formule ainsi plusieurs exigences pouvant être facilement dépassées, en particulier par temps de pluie. Du point de vue de la planification des mesures de protection des eaux en temps de pluie, il est approprié de définir des exigences numériques spécifiques. Ces exigences seront en accord avec les principes de la LEaux et de l'OEaux et complètent ces dernières par rapport à la situation pluviale.

Mots clés
Exigences légales, valeurs limites, temps de pluie, rejets par les canalisations, déversoirs d'orage, eaux pluviales.

Anforderungen an die Abwassereinleitungen
Anforderungen an die Abwassereinleitungen aus Kanalisationen bei Regenwetter stellen eine wichtige Grundlage für die Planung von Massnahmen dar. Im Vergleich zur Situation bei Trockenwetter ist die Festlegung dieser «Regenwetteranforderungen» aufgrund der hohen Dynamik mit wesentlich grösseren Unsicherheiten verbunden. Dennoch werden in dieser Publikation verschiedene Anforderungen vorgeschlagen. Sie basieren auf gegenwärtigen in- und ausländischen Kenntnissen, die in künftigen schweizerischen Richtlinien verwendet werden sollen.

Requirements for Urban Wet-Weather discharges
Legal requirements for urban wet-weather discharges represent an important basis for the planning of measures for protecting receiving waters. In comparison to the dry-weather situation, the definition of these «wet-weather requirements», taking into account the dynamic of rain events, has to handle with substantially larger uncertainties. Nevertheless, different requirements are suggested in this publication. They are based on present knowledge, and will contribute to the definition of future Swiss guidelines.

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

Les exigences proposées ici se rapportent à des déversements ponctuels provenant de l'assainissement de bassins versants urbains et de tronçons routiers par temps de pluie. Une distinction est faite entre les exigences en matière d'émission, c.-à-d. les contaminations et les concentrations traitées dans les installations techniques («End of Pipe»), et les exigences en matière d'immission, c.-à-d. les grandeurs caractéristiques spécifiques des milieux récepteurs destinées à l'évaluation des impacts (par ex. les concentrations et les durées d'exposition de polluants, les débits critiques, etc.). Des informations détaillées sur les émissions et les immissions ainsi que des indications sur la littérature spécifique sont présentées dans le deuxième article de cette série : «Concepts de protection des eaux en temps de pluie» [3]. La législation suisse sur la protection des eaux étant de type immission, nous devons, à l'avenir, de manière appropriée et si la possibilité existe, travailler avec les immissions et à partir de celles-ci, dériver les émissions admissibles en fonction des spécificités locales.

Interprétation des exigences légales

Les objectifs généraux de la protection des eaux sont formulés verbalement dans les instruments législatifs suisses actuels. La transposition pratique de ces objectifs exige néanmoins une interprétation conduisant, autant que possible, à des exigences formulées numériquement et quantifiables. Ces exigences numériques existent déjà, par ex. pour la qualité de l'eau sous forme de concentrations maximales admissibles. L'utilisation de valeurs limites de concentration n'est cependant raisonnable que pour des rejets constants sur une longue période, comme par temps sec. Pour les rejets à court terme et fortement variables, comme par temps de pluie, ce genre d'exigences ne s'avère pas optimal. Pour cette raison, il est nécessaire d'interpréter la LEaux et l'OEaux pour le temps de pluie en fonction de cette dynamique. L'interprétation suivante des articles sélectionnés dans les LEaux et OEaux est subjective et sert exclusivement à la détermination d'exigences en matière d'assainissement par temps de pluie. La sélection des articles s'est faite en fonction de la pertinence de la problématique actuelle en Suisse, telle qu'elle a été évaluée par l'équipe du projets et la commission d'experts du projet STORM [4]. En outre, les compétences d'experts et de spécialistes de l'administration, de la pratique et de la recherche a favorablement contribué à cette évaluation.

Les eaux polluées, dont font partie les eaux rejetées par les déversoirs d'orage, doivent être traitées (LEaux, Art 7[1]). Lors de pluies abondantes et de rares événements pluviaux, ces eaux des déversoirs d'orage peuvent être rejetées sans traitement dans le milieu récepteur, pour autant que ces déversements ne génèrent pas une atteinte inadmissible aux eaux dans le milieux récepteur. À ce propos, une pluie abondante et rare est considérée comme une pluie qui conduit au rejet d'eaux usées mixte par un déversoir de crue, dans le sens de la pratique de dimensionnement appliquée jusqu'à présent selon les recommandations de 1977 [5].

Les eaux de pluie des canalisations de type séparatif (LEaux, 1991 art. 7[1] et art. 7[2]) sont évaluées selon la directive VSA sur l'«Evacuation des eaux pluviales» [6] en vue du traitement nécessaire pour la retenue des polluants. Cependant, cette directive VSA ne prend pas en compte la dynamique et la variabilité des processus en temps de pluie, aspects qui doivent être évaluée au cas par cas.

Les exigences numériques en matière de paramètres chimiques, explicitement mentionnées dans la OEaux, annexe 2, art. 12[5], doivent être respectées quel que soit le débit du cours d'eau, lorsque les eaux déversées et les eaux du cours d'eau forment un mélange homogène. Les pointes de crue inhabituelles ou les précipitations anormalement importantes restent réservées. Toutefois, ces exigences, définies pour les contaminations à long terme, peuvent à peine être respectées sans mesures particulières pour les déversements lors de petits et moyens événements pluviaux. C'est notamment le cas dans les petits cours d'eau lorsque les quantités d'eau déversées sont relativement importantes et constituent la majorité de l'écoulement de base. Pour autant que les connaissances nécessaires soient disponibles, les exigences de l'OEaux seront donc remplacées par une relation adéquate entre concentration, durée d'exposition et fréquence d'apparition des impacts potentiels.

La formulation de l'OEaux, annexe 3, relative au déversement d'eaux polluées communales dans les eaux peut être considérée comme une exigence pour la détermination des conditions locales et hydrologiques concernant les déversoirs d'orage. Ce texte entre autres, a servi de base pour initier le projet STORM.

Les indications figurant dans l'annexe 4 de l'OEaux (Mesures d'organisation du territoire relatives aux eaux) ne seront pas examinées dans le cadre de ce projet, compte tenu du caractère spécifique de cette problématique. L'assainissement par temps de pluie dans les secteurs A_0 de protection des eaux, les aires d'alimentation Z_0 et les zones de protection S1, S2 et S3 des eaux souterraines, peut cependant représenter une source de contamination considérable. Toutefois, la solution à cette problématique doit être assurée au cas par cas.

Contrairement à beaucoup d'autres pays, la Suisse prescrit les mêmes exigences écologiques pour toutes ses eaux. Pourtant, le respect des mêmes exigences, particulièrement en temps de pluie, n'est pas possible partout. Une partie des cours d'eau en zones urbaine, servant principalement à l'assainissement des surfaces bâties et à la protection contre les crues, peuvent difficilement satisfaire par ex. aux exigences écologiques des eaux, ne serait-ce qu'en terme de stress hydraulique. Une situation analogue se présente également, par ex. pour les canaux de drainage dans l'agriculture. Dans bien des cas, ces eaux ne peuvent pas satisfaire aux exigences écologiques moyennant une dépense raisonnable. À ce propos, la question se pose quant au caractère obligatoire des

Type de milieu récepteur	Q_{347} [m³/s]	Largeur moyenne du lit mouillé [m]	Vitesse moyenne d'écoulement [m/s]
Petit ruisseau du plateau	< 0,1	< 1	< 0,5
Gros ruisseau du plateau	0,1–1,0	1–5	< 0,5
Petit ruisseau des Préalpes	< 0,1	< 1	> 0,5
Gros ruisseau des Préalpes	0,1–1,0	1–5	> 0,5
Gros cours d'eau	> 1,0	> 5	> 0,5
Petits lacs (étangs)	–	–	≪ 0,5
Grands lacs	–	–	≪ 0,5

Tableau 1 : Classification des types de cours d'eau, sur la base des instructions «Protection des eaux lors de l'évacuation des eaux des voies de communications» [7].

exigences définies ici pour ce type d'eaux. Dans les cas indiqués, il serait judicieux que leur objectif d'utilisation prédomine sur leur importance écologique. Les exigences requises par les déversements dans ces eaux, devraient être plutôt évaluées à partir de réflexions régionales (c.-à-d. par rapport aux impacts possibles sur les eaux en aval de ce déversement).

Prise en considération de différents types de cours d'eau

Il est possible de définir théoriquement des objectifs à valeur générale pour toutes les eaux de surface. En ce qui concerne la planification des mesures de protection, une certaine typologie des eaux (type d'eaux, utilisation, etc.) serait judicieuse. Les impacts sur les milieux récepteurs par l'assainissement en temps de pluie n'ont pas les mêmes conséquences pour toutes les eaux. Une proposition de classification, en relation avec la problématique discutée, est présentée dans le tableau 1. Cette typologie permet de définir différentes classes de milieux récepteurs et permet de se focaliser sur des problèmes potentiels (tableau 2).

L'importance des problèmes de protection des eaux, présentée dans le tableau 2, se rapporte aux conditions suisses, c-à-d aux observations et à la documentation de ces problèmes établies au cours des 20 à 30 dernières années. Ces indications servent de base à la détermination des exigences formulées ci-après. En cas de nouvelles connaissances, les exigences actuelles seront adaptées.

Exigences en temps de pluie

Différentes exigences sont proposées ci-après, avec les valeurs limites définies pour des impacts de type chimiques, physiques, hygiéniques et esthétiques. Les valeurs limites proposées correspondent à l'état actuel des connaissances. La définition des valeurs limites et l'application pratique de ces indications dans la planification des mesures de protection font l'objet d'articles séparés présentés dans le cadre des publications concernant le projet STORM [4].

Valeurs limites pour la contamination chimique

Comme déjà mentionné, une détermination de concentrations limites maximales admissibles pour des contaminations dynamiques intermittentes de courte durée, telles quelles se

Type de milieu récepteur	Problèmes identifiés liés au temps de pluie, importance en Suisse et type d'éxigence proposé dans le projet STORM							
	Déchets grossiers	Hygiène (Micro-organ.)	Température	Stress hydraulique	Paramètres chimiques			
					NH_3/NH_4^+-N	MES Sedim.	MES Turbidité	Nutriments
Zone de sources	+ / E	o / I	o / I	+ / I	+ / I	+ / I	+ / I	x
Petit ruisseau du Plateau	+ / E	o / I	o / I	+ / I	+ / I	+ / I	+ / I	x
Petit ruisseau des Préalpes	+ / E	o / I	x / I	+ / I	+ / I	o / I	+ / I	x
Gros ruisseau du Plateau	+ / E	+ / I	x	o / I	o / I	+ / I	+ / I	x
Gros ruisseau des Préalpes	+ / E	+ / I	x	o / I	o / I	x	+ / I	x
Gros cours d'eau	+ / E	+ / I	x	x	x / I	x	x	o / I
Petit lac (étang)	+ / E	+ / I	x	x	x	+ / I	x	+ / I
Grand lac	+ / E	+ / I	x	x	x	+ / I	x	+ / I

Tableau 2: Aperçu des problèmes relatifs à la protection des eaux en rapport avec l'assainissement par temps de pluie, leur signification en Suisse et exigences (émission et immission) proposées dans le cadre du projet STORM.
Fréquence d'apparition: *fréquemment (+), occasionnellement (o), non décelé jusqu'à présent (x).*
Ampleur des problèmes: *important (bleu foncé), éventuellement important (bleu clair), insignifiant (blanc).*
Type d'exigences: *émission (E), immission (I).*

produisent en temps de pluie, n'est pas adéquate. L'écotoxicologie admet en général que les organismes peuvent supporter de plus grandes contaminations lors d'une courte durée d'exposition que lors d'une persistante. Des valeurs limites, telles que celles contenues dans l'OEaux et développées pour une situation à long terme, peuvent s'avérer être trop basses pour des contaminations de courte durée. Le respect de ces exigences, peut éventuellement conduire à planifier des mesures excessives. Pour y remédier, on définit ici des fonctions cibles (au sens de fonctions de valeurs limites) en tant que relation entre la concentration, la durée d'exposition et la fréquence de l'apparition d'une contamination. Cette relation dénommée CDF (concentration – durée – fréquence) est analogue à la relation IDF, généralement connue en hydrologie, entre intensité, durée et fréquence des événements pluviaux. La détermination de ces fonctions cibles est du reste conforme aux exigences verbales de la législation suisse de protection des eaux. En effet, dans la relation CDF, les objectifs de qualité, dérivés des exigences verbales de l'OEaux, peuvent être considérés en tenant compte d'une longue durée d'exposition.

Par la suite, les valeurs limites des contaminations chimiques pour l'ammoniac, les matières en suspension (turbidité et accumulation de sédiments) et l'oxygène dissous sont présentées. D'autres substances chimiques, comme par ex. les métaux lourds, les POPs («persistent organic pollutants», comme les HAPs (hydrocarbures aromatiques polycycliques), etc.), seront pris en compte en relation avec les matières en suspension. Les valeurs limites pour les substances nutritives (avant tout le phosphore) doivent être définies en tant que charges polluantes annuelles, en tenant compte de toutes les sources de contamination du bassin versant.

Ammoniac

L'ammoniac (NH_3) est un paramètre essentiel des impacts chimiques aigus dans les petits cours d'eau, particulièrement en relation avec la protection des eaux propices au frai des poissons, (par ex. OEaux, annexe 2, articles 11 et 12). Selon Frutiger et al [8], les exigences en matière d'ammoniac peuvent être présentées sous la forme d'une relation CDF illustrée dans la figure 1. Cette exigence fixe un seuil critique basé sur les recherches de Whitelaw et de Solbé [9]. Si la contamination supposée de NH_3 dépasse le seuil fixé, il faut compter avec des effets négatifs sur la population piscicole dans les eaux. Pour le paramètre NH_3, ce seuil critique a été défini de manière telle qu'en cas de dépassement, une mortalité de 10 % d'une population de truites ne soit pas dépassée, avec une saturation de l'eau en oxygène de 100 %. Lors d'une même exposition mais avec une saturation de l'eau en oxygène de 40 %, la mortalité des truites s'élève en moyenne à 20 %. Le dépassement de ce seuil n'est toléré qu'une fois en 5 ans.

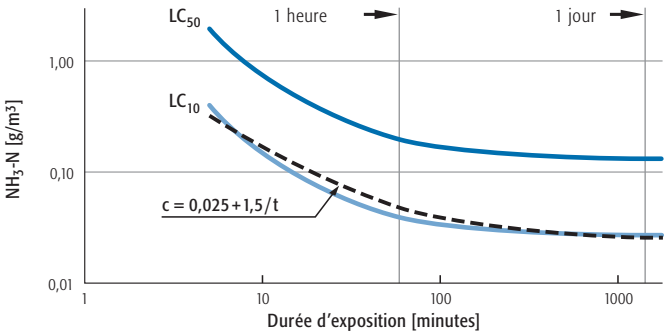

Figure 1 : Intensité critique et durée de l'effet de l'ammoniac pour les truites de rivière selon Whitelaw et de Solbé [9]. Les valeurs limites proposées sont représentées par la ligne discontinue. Ces valeurs ne doivent pas être dépassées plus d'une fois en 5 ans.

Le calcul du seuil critique dans la relation CDF, pour l'ammoniac découle de l'équation suivante:

$C = B + A/t$

C: Concentration [g/m³]
A: Constante = 1,5 [g·min/m³]
B: Constante = 0,025 [g/m³]
t: Temps [min]

Pollution liée aux matières en suspension

Les matières en suspension (MES) jouent un rôle essentiel en matière d'impacts en temps pluie. Ces MES dans les déversements accroissent la turbidité de l'eau et peuvent conduire au colmatage du fond du lit d'un cours d'eau. La plupart des polluants comme par ex. les métaux lourds (cuivre, zinc, plomb, cadmium etc.) ou les HAPs se présentent principalement sous forme adsorbée sur les MES. Les particules (organiques) biodégradables peuvent contribuer à la consommation d'oxygène dans le lit du cours d'eau. Ainsi, la pollution par les MES (ensemble des matières non dissoutes) et des autres polluants qui y sont associées intègre différents processus et une prise en compte relativement large des impacts sur les eaux.

Les valeurs limites proposées pour les MES se rapportent à deux domaines d'impacts potentiels: les matière en suspension dans l'eau (turbidité et qualité de l'eau) et les sédiments (accumulation des particules sur le lit et dans les interstices du lit de la rivière).

Turbidité des eaux

La turbidité des eaux engendrée par l'assainissement (OEaux, annexe 2, art. 11[2b]) n'est que rarement évitable pendant les événements pluviaux. Par conséquent, l'exigence de l'OEaux «les déversements d'eaux à évacuer ne doivent entraîner dans les eaux, après un mélange homogène, aucune turbidité ...» est irréaliste. Cependant, la turbidité des eaux produite par des déversements en temps de pluie, pouvant perturber l'espace vital dans les cours d'eau, doit être pris en compte lors de la planification des mesures de protection. Des exigences appropriées pour les valeurs limites en MES ont pu être définies en se basant sur des informations sur les impacts des MES causées aux poissons [10, 11] (figure 2). Une certaine concentration et durée d'exposition engendrent différents

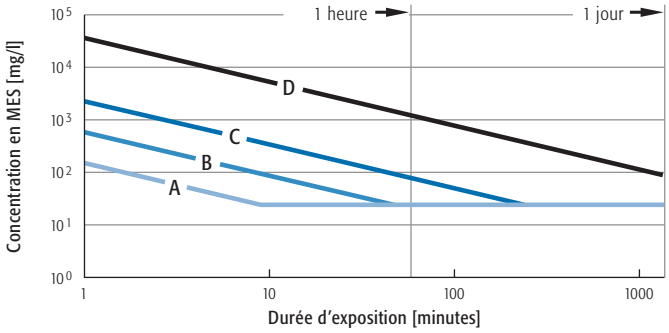

Figure 2 : Impacts causés aux poissons en fonction de la concentration et de la durée d'exposition [11]. Ces impacts sont déterminés pour les salmonidés avec un «facteur de sécurité» de 10 afin de prendre en compte les effets des matières adsorbées [12].
ligne A: *stress physiologique quasi inexistant (valeur limite pour observer des changements de comportement).* ligne B: *stress physiologique léger.* ligne C: *stress physiologique moyen.* ligne D: *seuil au-delà duquel des effets létaux sont observés.*

effets. Par exemple, une concentration de 50 mg/l pendant 60 minutes ou une concentration de 300 mg/l pendant 10 minutes produiront un stress physiologique léger à moyen. Un «facteur de sécurité» de 10 a été implémenté pour prendre également en compte les effets écotoxicologiques potentiels des matières adsorbées sur les particules [12]. Lors d'une exposition plus longue (jusqu'à 24 heures), une valeur limite maximale de 25 mg/l est à appliquer [13]. Les événements «acceptables» sont ceux pour lesquels la contamination, calculée en multipliant la concentration avec la durée d'exposition, reste en deçà de la valeur du seuil pour des changements de comportement. Les événements dont la contamination dépasse le seuil létal sont problématiques. Cette situation correspond à la ligne D dans la figure 2. Par manque d'informations sur l'influence des événements répétés sur les poissons, nous proposons de définir les objectifs de protection des eaux au cas par cas, en collaboration avec les services publics concernés.

Accumulation des MES au niveau des sédiments
Les MES qui s'accumulent sur le lit des cours d'eau peuvent provoquer différents effets négatifs. En raison d'une interprétation des exigences verbales dans l'OEaux (annexes 1 et 2), trois critères se rapportant à trois problèmes différents ont été définis:

- ► Le colmatage du fond (OEaux, annexes 2, 12 [2b]).
- ► L'accumulation dans les sédiments de substances de synthèse persistantes non ou difficilement biodégradables (métaux lourds, HAP etc.) (OEaux, annexes 1, 1 [3b, c]).
- ► Une forte consommation d'oxygène dans le lit et les interstices du fond du lit d'un cours d'eau par suite de la décomposition de substances organiques particulaires facilement biodégradables (OEaux, annexes 2, 12 [2a]).

Les exigences proposées ci-après concernant le colmatage du lit d'un cours d'eau se basent sur les recommandations des Directives européennes et canadiennes relatives à la qualité de l'eau pour la protection des milieux récepteurs [13, 14]. Selon ces recommandations, la part maximale de particules fines pouvant être tolérée (diamètre < 2 mm) pour des frayères situées dans le lit d'un cours d'eau s'élève au plus à 10 %. Or plus de 95 % des particules provenant de l'assainissement par temps de pluie ont un diamètre de moins de 2 mm. Cela signifie que l'accumulation de particules provenant de tels rejets ne devrait pas être plus grande que la porosité des 5 premiers cm du lit d'un cours d'eau. La hauteur de 5 cm a été définie en collaboration avec des biologistes. La valeur limite pour le colmatage (625 grammes de MES par mètre carré et par année, cf. tableau 3) ne devrait pas être dépassée pendant plus de 20 % du temps, afin d'éviter à long terme une réduction de l'échange gazeux entre l'eau courante et le lit d'un cours d'eau. Pendant la période de frai (en Suisse de septembre à mars), aucun colmatage n'est toléré.

Les valeurs limites pour l'accumulation de substances difficilement biodégradables sont basées sur des effets écotoxicologiques déterminés expérimentalement sur des sédiments contaminés par l'assainissement pluvial [15, 16]. Les effets de certaines substances, tels que métaux lourds ou HAPs n'ont pas été isolés à cet effet, mais pris en compte dans leur ensemble. Des effets défavorables ont pu être démontrés lors d'une accumulation de sédiments de l'ordre de 1–2 cm/année. Un facteur de sécurité de 100 à 1000 peut être introduit, afin d'empêcher de tels effets négatifs [17]. Ce qui signifie par exemple, une valeur de 25 grammes de MES accumulées par mètre carré et par année sur le lit d'un cours d'eau avec un facteur de sécurité de 1000 (tableau 3). Si les MES provenant de rejets pluviaux sont en contact pendant plus de 95 % du temps avec le lit d'un cours d'eau, une étude détaillée ou une analyse de sédiment, au sens d'un «Screening» doit être réalisée.

Les valeurs limites pour la consommation d'oxygène sont basées sur une corrélation entre accumulation/dégradation

Critères	Valeur limite d'accumulation des MES	Durée maximale annuelle pendant laquelle la valeur peut être dépassée [% par année]
Colmatage du lit de la rivière (impacts physiques)	625 g MES m^{-2} a^{-1}	20%
Accumulation de substances pas ou difficilement dégradables (métaux lourds, HAP)	25 g MES m^{-2} a^{-1}	5%
Déficit en oxygène:		
► Système unitaire (déversoirs)	5 g MES m^{-2} a^{-1}	10% (0% de septembre à mars)
► Système séparatif	16 g MES m^{-2} a^{-1}	10% (0% de septembre à mars)

Tableau 3: Propositions des valeurs limites pour les taux maximaux d'accumulation tolérables de MES dans les sédiments dans le lit d'un cours d'eau. Les valeurs sont exprimées en gramme de MES par mètre carré et par année (g MES m^{-2} a^{-1}) ou gramme de MES par mètre carré et par jour (g MES m^{-2} j^{-1}).

des MES et consommation en oxygène (g O_2/g MES) [18]. Les valeurs limites pour l'accumulation des MES sont basées sur le taux maximal tolérable d'oxygène pouvant être consommé dans le lit d'un cours d'eau. À cet effet, le lit d'un cours d'eau est considéré comme un film biologique actif [19, 20]. Les valeurs limites sont différentes pour les matières organiques provenant des eaux pluviales des canalisations en mode séparatif et celles en provenance des déversoirs d'orage des canalisations en mode unitaire. En effet, la charge organique est plus importante dans les rejets pluviaux de canalisations unitaires. Les valeurs limites fixées (g MES m^{-2} j^{-1}) se rapportent à une durée maximale tolérable pendant laquelle elles peuvent être dépassées (cf. tableau 3).

L'accumulation des sédiments dans les cours d'eau constitue un processus très complexe. Les MES peuvent être retenus dans les interstices du fond du lit de la rivière et stabiliser le fond (processus de cimentation du lit). Pour décrire le comportement des particules, des modèles sont nécessaire pour permettre de quantifier les différents processus tels que:

- ► Accumulation des sédiments.
- ► Érosion (remise en suspension) des sédiments pendant un événement de pluie.
- ► Dégradation des sédiments.

La description d'un tel modèle sera présentée dans une publication GWA ultérieure de cette série d'article sur le projet STORM. Ces processus sont généralement influencés par plusieurs facteurs, en particulier par les conditions hydrauliques dans les cours d'eau (comme par ex. la pente, la rugosité du lit de la rivière et la vitesse d'écoulement) ainsi que par les propriétés des sédiments (dimension des particules, vitesse de sédimentation, etc). D'autres processus, comme par ex. la consolidation, les réactions chimiques, les effets biologiques, etc., sont certes décrits dans la littérature, mais ils sont généralement négligés lors de la modélisation.

Oxygène dissous

L'assainissement par temps de pluie conduit rarement à des concentrations en oxygène dissous insuffisantes dans les cours d'eau en Suisse (OEaux, annexe 2, art. 11[2d]). Des valeurs limites sont néanmoins proposées pour l'oxygène dissous, car le manque d'oxygène dans certaines sections de cours d'eau régulées par des retenues et par suite de l'érosion de sédiments en anaérobiose ne peut pas être exclu en Suisse. Compte tenu de cette problématique, des valeurs limites fixées par d'autres pays comme le Danemark [21] ou l'Angleterre [22, 23] (cf. figure 3 et tableau 4) sont appliquées. Pour les déversoirs d'orage, des conditions plus sévères peuvent être fixées en fonction des concentrations en ammoniac [9].

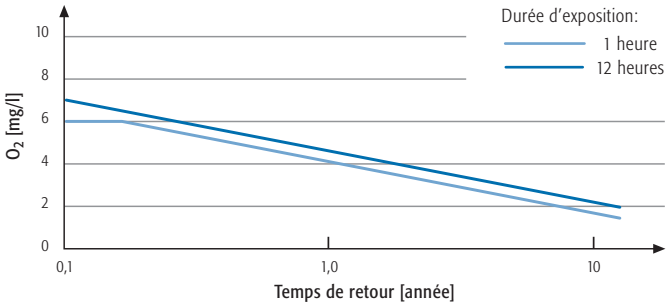

Figure 3: Exigences pour les concentrations en oxygène dissous minimales pour les eaux piscicoles au Danemark [21].

Temps de retour	Concentration minimale en oxygène dissous [mg/l] pendant une durée de:		
	1 heure	6 heures	24 heures
1 mois	5,0	5,5	6,0
3 mois	4,5	5,0	5,5
1 année	4,0	4,5	5,0

Tableau 4 : Valeurs limites des concentrations en oxygène dissous (selon [22]). Les valeurs présentées sont basées sur des tests écotoxicologiques réalisés sur des truites et sont valables pour des concentrations en ammoniac <0,02 mg NH_3-N/l. À de plus hautes concentrations, les facteurs de correction suivants sont appliqués:

Concentration NH_3-N	*Valeur corrective pour O_2*
0,02–0,15 mg/l	*+1 mg/l*
>0,15 mg/l	*+2 mg/l*

Substances nutritives

Lors de la détermination des exigences en matière d'assainissement par temps de pluie, il est généralement question d'émissions de phosphore ou d'azote (cf. OEaux, annexe 3, chapitre 3). Pour la détermination de ces émissions, toutes les sources de phosphore ou d'azote doivent être prises en considération dans le bassin bassin versant, y compris l'agriculture, les rejets de station d'épuration, etc. À ce propos, il est à noter que les exigences en terme de concentrations et de taux d'épuration pour le phosphore, figurant dans le paragraphe de l'OEaux mentionné ci-dessus ne se rapportent pas à l'assainissement par temps de pluie, ni aux installations de traitement des eaux pluviales.

Valeurs limites pour les impacts physiques

Ce chapitre définit les valeurs limites pour les impacts physiques. Il s'agit des atteintes hydromécaniques et des variations préjudiciables du régime des températures.

Impacts hydromécaniques

Les valeurs de débit pouvant conduire à l'érosion du lit de la rivière déterminent les impacts hydromécaniques dans les cours d'eaux. L'écoulement limite pour le charriage du fond du lit d'un cours d'eau est déterminé au moyen des caractéristiques du lit de celui-ci [24]. La fréquence tolérée des événements de charriage de fond se détermine sur la base de l'état écomorphologique du cours d'eau dans la zone de déversement [8]. Le nombre d'événements critiques tolérables par année dépend de l'état écomorphologique (classe I–IV) d'un cours d'eau et oscille entre 0,5 et 10 (cf. tableau 5).

Qualité écomorphologique	Nombre max. d'événements critiques par an		
	Variabilité de la largeur du lit mouillé:		
	prononcée	limitée	nulle
Classe I	10	5	3
Classe II	5	3	1
Classe III & IV	3	1	< 1

Tableau 5: Valeurs limites des impacts hydromécanique [8]. La classe I défini un état «naturel/semi-naturel», la classe II un état «peu atteint» la classe III un état «très atteint « et la classe IV un état «non naturel/ artificiel» [25].

L'état écomorphologique est défini par la largeur du lit, la variabilité de la largeur du lit mouillé, l'aménagement du fond du lit, le renforcement du pied de la berge, la largeur et nature des rives. Cet état caractérise le potentiel de repeuplement (dépendant de l'état écomorphologique en amont du déversement) et la disponibilité de lieux de refuge (dépendant d'une large variabilité de la surface de l'eau en aval du déversement). Ces indications ont été déterminées dans le cadre des méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse (concept modulaire) pour l'évaluation écomorphologique systématique des cours d'eaux [25].

Température

Les indications relatives aux variations du régime de température figurant dans l'OEaux, annexe 2, art. 12[4] ne sont appropriées sous cette forme que pour les déversements sur une longue période. Elles ne sont pas adaptées à l'évaluation d'éventuels impacts à court terme, comme par exemple par temps de pluie.

L'évaluation d'un impact possible lié à la température en temps de pluie dans un petit cours d'eau repose sur un procédé d'évaluation succinct et sur une éventuelle analyse plus détaillée subséquente en cas d'atteinte manifeste. Ce procédé d'évaluation sera décrit de manière détaillée dans une publication GWA ultérieure. On procédera à une analyse détaillée lorsque une ou plusieurs conditions de déversement présentées dans le tableau 6 ne sont pas respectées.

Les données du tableau 6 se rapportent à un réchauffement de l'eau. Pendant les mois d'hiver, un refroidissement peut également avoir lieu dans le milieu récepteur, lorsque la neige des aires urbaines et des surfaces de trafic est éliminée dans les eaux. Cependant, au sens propre, il ne s'agit pas là d'un déversement par les canalisations. Aucune valeur minimale de température de l'eau ne peut être donnée pour cette situation. Cette période hivernale étant néanmoins critique pour le développement embryonnaire des poissons, on s'abstiendra d'éliminer la neige dans les petits et les grands ruisseaux (tableau 1). Par la même occasion, la contamination des eaux par les polluants contenus dans la neige peut ainsi être évitée.

Valeurs limites pour la contamination bactérienne

Les conditions de qualité hygiéniques relatives à la baignade en Suisse (OEaux, annexe 2, article 11[1e]) se basent sur les «Recommandations pour l'évaluation de la qualité hygiénique des eaux de baignade de lacs et de rivières» [26]. Bien que les déversoirs d'orage représentent, comme chacun le sait, un risque important pour la qualité hygiénique des eaux de baignade, la situation pendant et après une pluie n'est examinée que sporadiquement de manière systématique et ciblée. Des demandes à ce sujet sont parvenues à plusieurs Cantons suisses. Aussi a-t-on élaboré dans le cadre de ce projet des indications permettant un examen ciblé sur des sites appropriés. Une information sur ce thème spécifique est publiée dans cette série d'articles sur le projet STORM.

Chaque déversoir d'orage situé dans la zone d'apport d'un lieu de baignade compromet la qualité bactérienne des eaux de baignade, même en présence d'une forte dilution des déversements. La zone d'apport ne peut pas être déterminée précisément, mais, concernant les cours d'eau, il peut s'agir de distances de plus que 10 km, car la durée de survie des germes pathogènes dans les eaux peut s'élever à plusieurs jours. Pour les lacs, les conditions des courants locaux sont déterminantes. En cas de soupçon d'une atteinte possible, un examen précis, systématique et ciblé de la qualité de l'eau de baignade s'avère indispensable, immédiatement après les événements de pluie.

Les exigences présentées dans le tableau 7 proviennent des «Recommandations pour l'évaluation de la qualité hygiénique des eaux de baignade de lacs et de rivières» [26].

Les classes de qualité A et B des recommandations (tableau 7) correspondent à des conditions pour lesquelles des

Paramètre pour la température	Valeur limite
Température max. après rejet par une canalisation (période estivale)	< 25 °C
Température max. après rejet par une canalisation (période hivernale)	< 12 °C
Variation max. de température tolérée suite à un rejet par une canalisation	< 7 °C

Tableau 6 : Valeurs limites pour la température de l'eau dans le milieu récepteur.

Classe de qualité	*E. coli* par 100 ml	Salmonelles par 1000 ml
Classe A	< 100	non décelable
Classe B	100 à 1000	non décelable
Classe C	< 1000 > 1000	décelable non décelable
Classe D	< 1000	décelable

Tableau 7 : Exigences en matière de qualité d'eau de bain selon les «Recommandations pour l'évaluation de la qualité hygiénique des eaux de baignade de lacs et de rivières» [26].

atteintes à la santé par l'eau de baignade n'est pas à craindre. Au cas où le sondage révélerait la présence des classes C ou D, les causes de l'atteinte hygiénique devraient être identifiées au moyen d'examens plus approfondis. Ces derniers fournissent alors la base pour la détermination des émissions tolérables ou pour des mesures opérationnelles (par ex. information de la population ou interdictions de baignade temporaires).

Contamination esthétique
Il n'y a aucune valeur limite pour le déversement de matières grossières (papier de toilettes, déchets organiques ...) provenant des déversoirs d'orage. Cependant, à partir d'observations, on peut déduire que les déversoirs d'orage, conçus comme déversoirs de crue selon la recommandation de 1977 [5], n'engendrent normalement que des problèmes esthétiques mineurs dans les eaux. Il en résulte que tous les déversoirs en réseau unitaire, non conçus comme déversoirs de crue selon cette recommandation, doivent être équipés d'un dispositif de retenue des matières grossières (par ex. un dégrilleur). Au cas où un problème spécifique serait identifié dans un cours d'eau, des mesures appropriées devraient être mises en oeuvre. Pour le dimensionnement des déversoirs de crue, les recommandations de 1977 sont toujours déterminantes [5].

La turbidité, la coloration et la formation de mousse produites par les déversements unitaires peuvent également conduire à des problèmes dans les eaux pour lesquelles les exigences esthétiques sont élevées. Le nombre d'atteintes identifiées ou pouvant être tolérées annuellement doit être réduit au moins au nombre de déversement d'un déversoir de crue dimensionné selon les recommandations de 1977.

Conclusions

La détermination des valeurs limites pour l'assainissement par temps de pluie en Suisse se base sur l'interprétation des exigences légales formulées dans la LEaux et dans l'OEaux. En principe, les émissions spécifiquement locales doivent être déduites des immissions admissibles, partout où il est judicieux et possible de le faire. Lors de la détermination des valeurs limites, différents types de milieux récepteurs seront pris en considération.

Contrairement aux exigences actuelles, des exigences plus complexes, mais réalistes, ont été présentées dans cet article. Les processus dynamiques et les effets à long terme sont pris en compte. Ce genre de valeurs limites correspond à l'état actuel des connaissances et des développements de type immission, dans le domaine de la protection des eaux par temps de pluie.

La prise en compte de la dynamique et des effets à long terme implique l'examen systématique des conséquences d'événements pluviaux sur les eaux. Des examens sporadiques ou ponctuels sont peu probants pour cette problématique.

La mise en oeuvre des exigences proposées ici présuppose l'utilisation partielle de modèles plus complexes que ceux qui ont servis jusqu'à présent (de plus amples informations seront publiées dans les prochains articles de cette série). L'avantage cependant réside dans la possibilité de planifier de manière accrue des mesures de type immission et spécifiquement liées à un problème dans le milieu récepteur. Les indications proposées dans cet article seront prises en compte dans de futures directives suisses sur l'évacuation des eaux des agglomérations.

Littérature

[1] Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) (1991). État au 21 décembre 1999 (RS 814.20).

[2] Ordonnance sur la protection des eaux (1998): État au 6 mars 2001 (RS 814.201)

[3] Krejci, V. und Kreikenbaum, S. (2004): Konzepte des Gewässerschutzes, GWA Nr.6, pp 423–430. Traduction française disponible sur le site de l'EAWAG: http://library.eawag.ch/ris/risweb.isa

[4] Krejci, V. (2004): Abwassereinleitungen aus Kanalisationen bei Regenwetter, Einführung in das Projekt STORM, GWA Nr. 6, pp 419–422. Traduction française disponible sur le site de l'EAWAG: http://library.eawag.ch/ris/risweb.isa

[5] OFPE (1977): Recommandations 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, Berne.

[6] VSA (2002): Evacuation des eaux pluviales. Directive sur l'infiltration, la rétention et l'évacuation des eaux pluviales dans les agglomérations. Association Suisse des professionnels de la protection des eaux. 120 pp, www.vsa.ch, Zürich.

[7] OFEFP (2002): Instructions – Protection des eaux lors de l'évacuation des eaux des voies de communications. Collection «L'environnement pratique», VU-2310-F, 57 pp, OFEFP, Berne.

[8] 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.

[9] 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.

[10] Fischnetz (2004): Rapport final du projet «Réseau suisse poissons en diminution»: Sur la trace du déclin piscicole. 198 pp + CD, EAWAG Dübendorf, www.fischnetz.ch.

[11] Newcombe C.P., Jensen J.O.T (1996): Channel suspended sediment and Fisheries: a synthesis for quantitative assessment of risk and impact. North American Journal of Fisheries and Management 16:693–727.

[12] MacDonald D.D., Ingersoll C.G., Berger T.A. (2000): Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 39, 20–31.

[13] EIFAC: European Inland Fisheries Advisory Commission (1964). Water quality criteria for European freshwater fish. Report on Finely Divided Solids and Inland Fisheries. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 21 pp.

[14] Canadian Council of Ministers of the Environment, CCME (1995): Protocol for the derivation of sediment quality guidelines for the protection of aquatic life. Report CCME EPC-98E, 35 pp.

[15] Institut Forel (1996): Assainissement de la baie de Vidy : Qualité des sédiments, impact de la station d'épuration. Université de Genève, 59 pp.

[16] Rochefort, Q., Grapentine, L., Marsalek, J., Brownlee, B., Reynoldson, T., Thompson, S., Milani D., and Logan, C. (2000). Using Benthic assessment techniques to determine combined sewer overflow and stormwater impacts in the aquatic ecosystem. Water Qual. Res. J. Canada, vol. 35, n°3, pp 365–397.

[17] European Commission (2003): Technical Guidance Document on Risk Assessment. European Chemicals Bureau, Institute for Health and Consumer Protection, Reference EUR 20418 EN/2. 337 pp. (http://europa.eu.int).
[18] Gromaire-Mertz, M.C (1998): La pollution des eaux pluviales urbaines en réseau d'assainissement unitaire. Caractéristiques et origine. Thèse de doctorat de l'École nationale des ponts et chaussées (ENPC), Paris, 503 pp + Annexes.
[19] Gujer, W. (2002): Siedlungswasserwirtschaft. Springer, Berlin.
[20] Ibisch, R.B. and Borchardt, D. (2001): Effects of periphyton biomass and suspended solids on river bed permeability and hyporheic oxygen balances. Proceeding of the 28th Congress SIL (Societas Internationalis Limnologiae), Melbourne.
[21] Hvitved-Jacobsen, T. (1985). Forurening af vandløb fra overløbsbygværker. Dansk Ingeniørforening, Spildevandskomiteen, Aalborg. (Pour une version anglaise voir aussi [27].)
[22] FWR (1998): Urban Pollution Management Manual (2nd ed.). Foundation for Water Research, Marlow.
[23] Zabel, Th., Milne, I., and Mckay, G. (2001): Approaches adopted by the European Union and selected Member States for the control of urban pollution , Urban Water 3 (2001) 25–32.
[24] OFEFP (1998): Système modulaire gradué. Méthode d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. Information concernant la protection des eaux no. 26, www.modul-stufen-konzept.ch publication OFEFP, Bern.
[25] OFEFP (1998): Méthode d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse – Ecomorphologie niveau R (région). Informations concernant la protection des eaux no.27, série «L'environnement pratique», réf. MGS-27-F, 49 pp, OFEFP, Berne.
[26] Office fédéral de la santé publique, Office fédéral de l'environnement des forêts et du paysage, Association des chimistes cantonaux de Suisse, Association des médecins cantonaux de Suisse (1990). Recommandations pour l'évaluation de la qualité hygiénique des eaux de baignade de lacs et de rivières. 29 pp.
[27] 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 part l'office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) 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, Küsnacht

Graphisme
Lydia Zweifel

Commande
EAWAG, Überlandstrasse 133, 8600 Dübendorf
http://www.eawag.ch/publications/d_index.html