

# GESTION DU SYSTEME GLOBAL RESEAU D'ASSAINISSEMENT – STEP– MILIEU RECEPTEUR

Directive



EXL

## **Impressum**

### **Valeur juridique**

La présente publication a été réalisée avec le plus grand soin et en toute bonne foi. Nous déclinons toutefois toute responsabilité quant à son exactitude, son exhaustivité et son actualité. Toute prétention en responsabilité à l'encontre de la VSA pour des dommages matériels ou immatériels qui pourraient être causés par l'utilisation et l'application de la présente publication est totalement exclue.

### **Auteurs**

Michael Brögli, Holinger AG, Winterthour  
Simone Bützer, Hunziker Betatech AG, Zurich  
Markus Gresch, Hunziker Betatech AG, Winterthour  
Stefan Hasler, VSA, Glattbrugg  
Evelyn Mächler, VSA, Glattbrugg  
Reto Manser, Office des eaux et des déchets, Berne  
Michael Mattle, Holinger AG, Ecublens  
Arnold Mauchle, Office de l'eau et de l'énergie, Saint-Gall

### **Membres de l'équipe de projet**

Hans Balmer, AWEL, Zurich  
Reto Battaglia, Office des eaux et des déchets, Berne  
Christian Götz, AWEL, Zurich  
Knut Leikam, AFRY Schweiz AG, Zurich  
Thomas Morgenthaler, AFRY Schweiz AG, Zurich  
Stefan Schmid, AWEL, Zurich

### **Mode de citation conseillé**

Auteur : Association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA)  
Titre : Gestion du système global réseau - STEP - milieu récepteur  
Sous-titre : Directive  
Lieu : Glattbrugg  
Année : 2023

### **Éditeur**

Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute  
Association suisse des professionnels de la protection des eaux  
Associazione svizzera dei professionisti della protezione delle acque

### **Photo de titre**

Stefan Hasler, Déversement d'eaux mixtes dans l'Aar près de Berne

### **Conception**

Texte

### **Impression**

Appenzeller Druckerei AG, 9100 Herisau

### **Disponible chez**

VSA, Europastrasse 3, Postfach, CH-8152 Glattbrugg,  
Téléphone 043 343 70 70, sekretariat@vsa.ch, www.vsa.ch

# TABLE DES MATIERES

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>5</b>
1.1	Définition de la gestion du système global	5
1.2	Objet de la directive et public cible	6
1.3	Cadre légal	6
1.4	Quels sont les objectifs visés par la gestion du système global ?	7
1.5	Quels sont les avantages pour les exploitants ?	9
1.6	Limites du système et délimitation	9
1.7	Quels sont les éléments déclencheurs de la gestion du système global ?	10
1.8	Structure de la directive	11
<b>2</b>	<b>Tâches contraignantes</b>	<b>12</b>
2.1	Utilisation optimale de la capacité hydraulique et biochimique de la STEP	13
2.1.1	Situation initiale et objectif	13
2.1.2	Que faut-il faire ?	15
2.1.3	Quand faut-il exécuter la tâche ?	16
2.1.4	Responsabilités concernant la charge hydraulique maximale de la STEP	16
2.2	Équipement technique en appareils de mesure des ouvrages spéciaux pertinents et transmission des données à un système central de contrôle des processus	17
2.2.1	Situation initiale et objectif	17
2.2.2	Que faut-il faire ?	17
2.2.3	Quand faut-il exécuter la tâche ?	19
2.2.4	Responsabilités concernant l'équipement des ouvrages spéciaux	20
2.3	Optimisation des débits de régulation dans le cadre du PGEE (intercommunal)	21
2.3.1	Situation initiale et objectif	21
2.3.2	Que faut-il faire ?	21
2.3.3	Quand faut-il exécuter la tâche ?	22
2.3.4	Responsabilités concernant l'optimisation des débits de régulation	22
2.4	Système de commande à distance et de gestion pour les installations d'assainissement pertinentes	23
2.4.1	Situation initiale et objectif	23
2.4.2	Que faut-il faire ?	24
2.4.3	Quand faut-il exécuter la tâche ?	25
2.4.4	Responsabilités concernant le système de commande à distance et de gestion	26
2.5	Contrôles de fonctionnement des installations de déversement d'eaux mixtes	27
2.5.1	Situation initiale et objectif	27
2.5.2	Que faut-il faire ?	28
2.5.3	Quand faut-il exécuter la tâche ?	28
2.5.4	Responsabilités concernant les contrôles de fonctionnement des installations de déversement d'eaux mixtes	28
2.6	Évaluation annuelle et reporting des données d'exploitation du système global	29
2.6.1	Situation initiale et objectif	29
2.6.2	Que faut-il faire ?	29
2.6.3	Quand faut-il exécuter la tâche ?	30

## Annexes

Annexe 1A : Questionnaire pour une première évaluation avec PASST-CH

Annexe 1B : Actions possibles d'optimisation du système d'assainissement en exploitation

Annexe 1C : Actions possibles dans le milieu récepteur

Annexe 2A : Ajustement de  $Q_{MAX, STEP}$  par temps de pluie

Annexe 2B : Gestion dynamique du débit entrant de la STEP  $Q_{MAX, STEP}$

Annexe 2C : Analyse des goulots d'étranglement

Annexe 2D : Catalogue de mesures

Annexe 3 : Bonnes pratiques de collecte et d'évaluation des données de mesure

Annexe 4 : Évaluation et reporting des données d'exploitation

Annexe 5A : Bases légales

Annexe 5B : Exemple d'autorisation cantonale pour une gestion du réseau

**Remarque : le glossaire sera élaboré ultérieurement.**

# 1 INTRODUCTION

Lors de la construction des réseaux d'assainissement, la technique de mesure, commande et régulation (MCR) n'en était qu'à ses balbutiements. Pour garantir une exploitation la plus sûre et la plus robuste possible, on a souvent dû renoncer à utiliser des unités de commande fragiles. Une génération plus tard, la MCR et les moyens de télétransmission se sont considérablement développés et comprennent également les techniques de surveillance<sup>1</sup> (MCRS).

C'est pourquoi les installations d'assainissement recèlent un potentiel d'amélioration pour la protection des eaux : il s'agit d'exploiter de manière optimale les infrastructures existantes en recourant à des techniques de commande modernes pour mettre en place une gestion intégrée et/ou dynamique du système d'assainissement (réseau d'égout et ouvrages spéciaux) et de la station d'épuration (STEP). Cela permet ainsi de réduire, avec des coûts supplémentaires acceptables, les charges de polluants rejetées dans le milieu récepteur par temps de pluie à l'intérieur d'un bassin versant de STEP.

Avec la présente directive, le VSA définit comment gérer le système global (dans le sens des « bonnes pratiques »). Les tâches (**QUE** faut-il faire ?) décrites au chapitre 2 du rapport sont contraignantes pour les propriétaires d'installations d'assainissement publiques (syndicats intercommunaux de STEP et communes) ainsi que pour les autorités d'exécution (services cantonaux).

Le VSA ne définit pas **COMMENT** les tâches doivent être accomplies. Il présente cependant en annexe de ce document une procédure possible pour les nouvelles tâches. Celle-ci peut être complétée ou simplifiée par les autorités d'exécution cantonales.

## 1.1 Définition de la gestion du système global

Le système global comprend fondamentalement les trois éléments d'un bassin versant de STEP :

- système d'assainissement (réseau d'assainissement et ouvrages spéciaux ; intercommunal) ;
- station d'épuration (STEP) ;
- tous les milieux récepteurs qui reçoivent soit les eaux traitées dans la STEP, soit les déversements d'eaux mixtes provenant des bassins d'eaux pluviales [BEP] ou des déversoirs d'orage [DO].

La « gestion du système global » englobe donc une approche intégrée globale du système d'assainissement et de la STEP qui prend en compte les conditions des milieux récepteurs. L'objectif premier de cette gestion est de minimiser les impacts négatifs des rejets dans le milieu récepteur notamment en ce qui concerne les polluants apportés et les concentrations qui en résultent.

De plus, les débits de régulation des ouvrages de déversement et le débit entrant maximal de la STEP ( $Q_{\max. STEP}$ ) ne sont pas seulement pilotés localement (par ouvrage), mais ils sont aussi coordonnés entre eux et avec le système global. Cela permet de contrôler le remplissage et la vidange du système global par temps de pluie. Les débits de régulation et le débit maximal entrant de la STEP ( $Q_{\max. STEP}$ ) peuvent être fixes (gestion statique) ou varier à l'intérieur d'une fourchette définie en fonction du taux d'utilisation du système global (gestion dynamique).

### Délimitation entre les installations d'assainissement publiques et privées

En règle générale, le système global ne comprend que les installations d'assainissement publiques. Cependant, dans certains cas et en accord avec les propriétaires, les ouvrages des particuliers peuvent être aussi intégrés dans la gestion du système global. L'exemple typique est le stockage d'eaux usées particulièrement polluées d'un producteur d'eaux usées dominant (p. ex. entreprise industrielle, hôpital, etc.) dans son bassin de rétention par temps de pluie.

<sup>1</sup> Par exemple, alerte en cas d'anomalies de fonctionnement comme un déversoir d'orage bouché ou d'autres écarts inattendus par rapport au fonctionnement normal.

## 1.2 Objet de la directive et public cible

Avec la présente directive, le VSA entend contribuer à ce que les exploitants d'installations d'assainissement considèrent l'assainissement urbain (système d'assainissement et STEP) et le milieu récepteur concerné comme un système global. Afin d'optimiser ce système global, ils doivent équiper les ouvrages concernés avec la technique MCR nécessaire à une gestion optimale. L'exploitation du système global doit être développée de manière cohérente selon les objectifs de protection des eaux formulés dans la législation sur la protection des eaux<sup>2</sup> (ou au cas par cas).

La directive s'adresse aux exploitants d'installations d'assainissement publiques ainsi qu'aux autorités de surveillance cantonales et aux entreprises de planification et d'équipement mandatées pour la mise en œuvre.

## 1.3 Cadre légal

Conformément à la législation sur la protection des eaux, les détenteurs d'installations servant à l'évacuation et l'épuration des eaux doivent exploiter leurs installations de manière à :

- respecter les exigences relatives à la qualité de l'eau selon l'annexe 2 de l'OEaux et atteindre les objectifs écologiques selon l'annexe 1 de l'OEaux ;
- respecter les exigences relatives au déversement d'eaux polluées selon l'annexe 3 de l'OEaux ;
- respecter les exigences fixées au cas par cas, en fonction de la situation locale, par l'autorité cantonale (en règle générale, respect des conditions fixées dans l'autorisation de déversement).

En outre, les détenteurs d'installations d'évacuation des eaux usées doivent, conformément à l'art. 13, al. 1, OEaux,

- maintenir leurs installations en bon état ;
- constater les écarts par rapport à l'exploitation normale, en déterminer les causes et y remédier sans délai ;
- prendre, lors de l'exploitation, toutes les mesures proportionnées qui contribuent à réduire les quantités de substances à évacuer.

De nos jours, en dehors de certaines situations exceptionnelles, les stations d'épuration (STEP) suisses sont exploitées dans le respect des dispositions ci-dessus. **Le respect de ces dispositions de l'OEaux est capital et doit être garanti à tout moment, également avec une gestion du système global.**

À la différence des STEP, il n'existe pratiquement pas de prescriptions concrètes pour l'exploitation des installations de déversement d'eaux unitaires. C'est pourquoi le comportement de déversement est loin d'être mesuré pour chaque installation et ces mesures ne font qu'exceptionnellement l'objet d'une évaluation systématique.

Cette différence de réglementation peut conduire à ce que les exploitants ne tirent pas pleinement parti de la capacité de la STEP par temps de pluie, car un dépassement des conditions de déversement a des conséquences, alors qu'un déversement supplémentaire en amont de la STEP n'en a pas. Le VSA souhaite avec la présente directive contribuer à éliminer cette différence d'approche, car elle n'est pas cohérente du point de vue de la protection des eaux. L'objectif est de mettre en place une gestion optimale du système global afin de minimiser l'impact global de l'assainissement urbain sur les eaux.

La législation sur la protection des eaux n'exige pas explicitement des détenteurs d'installations servant à l'évacuation et l'épuration des eaux une gestion intégrée et/ou dynamique du système global. Elle fournit néanmoins le cadre légal permettant à l'autorité d'exécution cantonale d'exiger d'une région d'assainissement qu'elle gère l'ensemble du système de manière à éviter les concentrations critiques pour les organismes aquatiques et à réduire au minimum les apports de polluants. Pour ce faire, l'autorité d'exécution peut s'appuyer sur l'argumentation présentée à l'annexe 5A.

Etant donné qu'une forte production d'eaux parasites peut augmenter de manière significative les quantités déversées par un système d'eaux usées mixtes, la surveillance des eaux claires parasites est également essentielle dans les bassins versants des STEP présentant une forte proportion d'eaux claires parasites.

<sup>2</sup> Réalisation des objectifs écologiques selon OEaux, annexe 1, ainsi que des exigences relatives à la qualité des eaux selon OEaux, annexe 2.

Selon l'art. 14, al. 2, let. b, OEaux, les détenteurs de stations centralisées d'épuration des eaux usées doivent connaître les quantités d'eaux claires parasites dans le bassin versant et être en mesure d'annoncer la proportion d'eaux non polluées qui sont produites en permanence.

#### 1.4 Quels sont les objectifs visés par la gestion du système global ?

Le réseau d'assainissement, la STEP et le milieu récepteur forment ensemble un système de processus dynamiques. Outre l'optimisation des processus individuels, le niveau technologique actuel des infrastructures d'assainissement permet désormais d'aborder aussi la gestion du système global. En raison de la taille du système considéré et du caractère dynamique des processus, différents objectifs sont visés pour la gestion du système global.

La sensibilité du milieu récepteur et l'interface entre le réseau d'assainissement et la STEP revêtent une importance particulière dans la gestion du système global (conflit d'objectifs entre la réduction des déversements sur le réseau et la diminution du rendement de la STEP par temps de pluie).

##### **Selon quels paramètres du milieu récepteur faut-il optimiser le système global ?**

L'objectif principal de la gestion du système global est d'améliorer la qualité des eaux et la charge hydraulique du milieu récepteur. Il faut impérativement prendre en compte les différences de sensibilité des milieux concernés. L'optimisation du système global doit donc reposer sur les paramètres suivants du milieu récepteur (liste non exhaustive) :

1. Il convient de réduire au minimum les rejets dans des milieux sensibles (zones alluviales, réserves naturelles, eaux de baignade, milieux récepteurs destinés au captage d'eau potable, etc.).
2. Le taux de dilution doit être le plus élevé possible ou les charges déversées spécifiques aux cours d'eau (par exemple en  $[(\text{kg NH}_4\text{-N/a}) / (\text{m}^3/\text{s})]$ ) doivent être les plus faibles possibles. Le but est que les charges déversées entraînent une augmentation aussi minime que possible de la concentration dans le milieu récepteur, c'est-à-dire que les concentrations critiques du point de vue écotoxicologique doivent être évitées dans la mesure du possible.
3. Réduction du tronçon pollué : il convient d'éviter un déversement dans des eaux « peu polluées » en bon état écologique. « Peu pollué » signifie dans ce cas que le bassin versant en amont de l'exutoire est peu impacté par l'agriculture et les rejets urbains. En règle générale, cela veut dire qu'il est préférable que le rejet ait lieu en aval du bassin versant.
4. Pas de détérioration de l'état écologique du milieu récepteur du fait du déversement : écomorphologie, aspect général, invertébrés aquatiques, diatomées, végétation (algues, mousses et macrophytes) et, le cas échéant, faune piscicole).
5. Si la pollution biochimique préexistante du milieu est déjà élevée, il convient d'éviter autant que possible toute pollution supplémentaire du fait du déversement. Les indicateurs sont l'ammonium, les nitrates, les nitrites, les phosphates, le phosphore total, le COD, les micropolluants, etc. (étroitement lié au point 2 concernant le taux de dilution).
6. Le stress hydraulique / le charriage devraient être évités.

Ces points sont donnés à titre de ligne directrice. Dans un cas concret d'optimisation, les paramètres du milieu récepteur étudiés doivent être discutés avec un hydrobiologiste et/ou un chimiste de l'eau. Ces derniers prennent également leurs décisions au cas par cas.

**L'objectif premier est de garantir la meilleure protection des eaux possible, en tenant compte des différences de sensibilité du réseau hydrographique, grâce à une utilisation optimale des infrastructures existantes.** Cela inclut les nouvelles constructions nécessaires pour utiliser les infrastructures existantes de manière optimale.

Chaque système de gestion des eaux usées dispose d'infrastructures qui dépendent du bassin versant et qui ont été adaptées et développées en fonction des besoins au fil des ans. Les investissements réalisés par le passé dans les infrastructures doivent être utilisés au mieux compte tenu de l'état actuel, mais aussi futur, du système d'assainissement. Il faut pour cela activer le potentiel d'optimisation existant. Concrètement, il s'agit :

- d'utiliser le volume de stockage existant dans le système d'assainissement ;
- d'exploiter de façon optimale les stations de pompage, les bassins d'eaux pluviales et tous les autres ouvrages spéciaux en tenant compte de la sensibilité du milieu récepteur ;

- d'utiliser au mieux la capacité hydraulique et biochimique de la STEP en fonction des bénéfices apportés pour le système global.

Souvent, les différents éléments de la gestion des eaux usées sont financés et exploités par différentes collectivités. Si le potentiel d'une gestion du système global existe, l'exploitation optimisée profitera à tous les acteurs concernés et surtout aux cours d'eaux. C'est pourquoi une approche intégrée doit permettre **de renforcer la collaboration entre les différentes collectivités en matière de planification et d'organisation** afin d'en tirer le meilleur parti pour le système global.

#### **Indications relatives à la forme d'organisation et aux rapports de propriété**

Dans la plupart des cantons suisses, presque toutes les tâches de l'assainissement relèvent de la responsabilité des communes. Cependant, les zones de planification pertinentes pour l'assainissement dépassent le plus souvent les limites du territoire d'une commune. De plus, les nombreuses petites communes disposent rarement du personnel ayant les connaissances techniques requises pour assumer les multiples tâches. Les inconvénients de nos structures de petite taille, avec plus de 2000 communes, doivent être compensés par des formes d'organisation intercommunales.

Beaucoup des tâches préconisées dans la présente directive sont bien plus faciles à mettre en œuvre si les installations d'assainissement concernées par la gestion du système global possèdent une organisation centrale qui peut décider des investissements nécessaires à l'optimisation.

Le VSA recommande de définir une forme d'organisation judicieuse et adaptée aux besoins pour un bassin versant de STEP dans le cadre d'un processus de développement organisationnel, conformément au projet partiel PGEE « Organisation de l'évacuation des eaux usées ».

## 1.5 Quels sont les avantages pour les exploitants ?

La gestion du système global entraîne un certain surcroît de travail pour les exploitants des installations d'assainissement (notamment entretien des appareils de mesure, des moteurs, des vannes, etc. ; élimination des pannes sur place ; gestion des données de mesure). En même temps, la gestion permet une exploitation plus efficace et apporte les avantages suivants :

- prise de conscience et compréhension des processus se déroulant au sein du système d'assainissement pour une approche globale à travers une surveillance et une visualisation continues du comportement opérationnel ;
- amélioration durable de la qualité des eaux comme facteur de motivation du personnel d'exploitation ;
- renforcement de la visibilité du travail des syndicats d'assainissement et des communes en faveur de la protection des eaux grâce à la grande transparence des données de mesure ;
- économies de coûts et de temps pour le personnel d'exploitation grâce à l'équipement en appareils de mesure associés aux systèmes de contrôle des processus - en cas d'incidents d'exploitation, la télésurveillance permet d'accéder directement aux ouvrages spéciaux depuis la salle de contrôle ;
- les données de mesure constituent une base de calcul pour de futurs investissements, une base pour les simulations et le seul moyen de contrôler l'efficacité ;
- clarté et sécurité juridique pour les responsables en cas d'incidents d'exploitation - en cas de pollution des eaux, ils peuvent se référer aux données enregistrées du comportement de déversement.

## 1.6 Limites du système et délimitation

Selon la définition du paragraphe 1.1, le système global comprend tous les éléments d'un bassin versant de STEP : le système d'assainissement (réseau d'assainissement et ouvrages spéciaux), la STEP et les milieux récepteurs qui reçoivent les déversements d'eaux usées.

**La plus petite unité possible de la gestion intégrée est donc toujours un bassin versant de STEP dans sa totalité, indépendamment des frontières politiques.** Les éventuelles pollutions préexistantes du milieu récepteur provenant de l'extérieur du bassin versant de la STEP doivent être prises en compte.

Si les eaux d'une commune ou d'une zone sont évacuées vers plusieurs STEP, les différents bassins versants doivent être considérés comme des systèmes globaux distincts.

La présente directive traite exclusivement de la gestion des installations du **système d'évacuation des eaux polluées et des eaux mixtes**. Elle met clairement l'accent sur la **gestion par temps de pluie**, mais l'effet des optimisations par temps de pluie sur l'état par temps sec est également pris en compte dans les réflexions. Étant donné qu'un volume élevé d'eaux claires parasites peut augmenter de manière significative les quantités déversées du système d'eaux usées mixtes, la technique de contrôle de la gestion des eaux doit être disposée de manière à ce que le débit minimal par temps sec soit également enregistré de manière fiable avec la plus grande précision possible. En outre, la technique de contrôle de la gestion des eaux doit également détecter de manière fiable, par temps sec, les dysfonctionnements ainsi que d'autres écarts inattendus par rapport au fonctionnement normal et déclencher une alarme afin que les interventions correspondantes soient engagées.

Ne sont pas couverts par la présente directive :

- les problèmes dans le milieu récepteur dus à des dépassements chroniques par temps sec<sup>3</sup> ;
- la gestion du débit entrant de la STEP par temps sec<sup>4</sup> ;
- les rejets des systèmes séparatifs ou des routes directement dans le milieu récepteur (voir à ce sujet la directive du VSA « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie ») ainsi que les rejets des eaux de chantier ou autres ;
- la planification proprement dite des actions<sup>5</sup> d'optimisation du système global, car celle-ci relève en règle générale du plan général d'évacuation des eaux (PGEE) ;

<sup>3</sup> En cas de dépassement chronique des valeurs limites dans un milieu récepteur du fait de la STEP, le canton est tenu de définir des actions et de veiller à leur mise en œuvre.

<sup>4</sup> Par exemple, équilibrage jour-nuit afin d'optimiser les charges entrantes de la STEP. De telles optimisations relèvent de la seule responsabilité de l'exploitant (le VSA ne publie pas de recommandation à ce sujet) ou doivent être discutées avec le service cantonal.

<sup>5</sup> En ce qui concerne la planification des actions, il est important de prendre également en compte pour le milieu récepteur les influences du bassin versant en amont du système global considéré (pollutions préexistantes par des STEP en amont, déversements d'eaux mixtes et eaux de ruissellement, apports de l'agriculture, etc.).

- les données pluviométriques : on se référera pour cela au chapitre 3 de la recommandation du VSA « Évaluation hydraulique dans l'évacuation des eaux urbaines. Vérification de systèmes d'évacuation des eaux et gestion du ruissellement de surface » ;
- la vérification de l'efficacité<sup>6</sup> des mesures ou des mesures de remplacement.

### 1.7 Quels sont les éléments déclencheurs de la gestion du système global ?

Les principaux éléments déclencheurs d'une gestion intégrée du système global peuvent être les suivants :

- **des problèmes existants de protection des eaux**, qui ne peuvent pas être résolus par une approche locale (par exemple lorsque des milieux récepteurs à l'intérieur du bassin versant d'une STEP ont des sensibilités ou des valeurs écologiques différentes ou lorsque des eaux de baignade ou des eaux dans des espaces de détente de proximité doivent être mieux protégées en raison de la pression exercée par la population) ;
- **l'identification d'un potentiel d'amélioration**, par exemple la vidange non coordonnée de bassins d'eaux pluviales, des volumes de stockage pas ou seulement en partie utilisés ; des possibilités d'optimisation technique et/ou organisationnelle ;
- **la mise à jour du PGEE intercommunal**<sup>7</sup> (ou une action selon le plan d'action PGEE mis à jour) ;
- **des regroupements de STEP**, par exemple si une STEP ayant un taux de dilution défavorable est supprimée et raccordée à une STEP qui rejette les eaux épurées dans un milieu récepteur moins sensible ou si une STEP doit être équipée d'une étape d'élimination des micropolluants et qu'un regroupement apparaît comme la variante la plus avantageuse sur le plan économique ;
- **des réhabilitations, extensions et nouvelles constructions importantes** : lors d'extensions et d'agrandissements importants du réseau d'assainissement et/ou de la STEP, le VSA recommande d'examiner dans tous les cas le potentiel de gestion intégrée ; il s'agit d'analyser les endroits où les investissements prévus apporteront le plus grand bénéfice pour le système global ou la meilleure protection des eaux pour le bassin versant<sup>8</sup>.
- **l'adaptation au changement climatique** : depuis le début des années 2020, une importance nettement plus grande qu'auparavant est accordée à la prévention des inondations et à la protection des eaux contre les déversements après de longues périodes de sécheresse. Les mesures d'adaptation au climat, notamment la gestion des eaux pluviales directement à la parcelle (ville éponge), entraîneront à long terme la réduction du débit d'eaux pluviales à absorber par le réseau d'assainissement public et auront ainsi un impact positif sur les déversements. Les investissements prévus pour de nouveaux bassins d'eaux pluviales ou canaux de retenue doivent être soigneusement examinés dans ce contexte.

D'autres éléments déclencheurs sont définis pour chaque tâche au chapitre 2 (voir paragraphe « 2.X.3 Quand faut-il exécuter la tâche ? »).

En cas de doute, le VSA recommande aux exploitants de STEP de prendre contact avec l'autorité de surveillance cantonale. Sur la base de problèmes de protection des eaux existants ou si un grand potentiel de gestion du système global est connu, l'autorité de surveillance cantonale décidera au cas par cas des mesures à mettre en œuvre et du moment de leur mise en œuvre.

<sup>6</sup> La vérification de l'efficacité comprend d'une part le contrôle de la mise en œuvre (la mesure a-t-elle été mise en œuvre ?) et d'autre part le contrôle d'efficacité (la mise en œuvre de la mesure a-t-elle permis d'atteindre les objectifs fixés ?) Les contrôles d'efficacité axés sur les émissions et/ou les immissions à effectuer sont définis par le maître d'ouvrage en accord avec l'autorité de surveillance cantonale.

<sup>7</sup> De nombreux aspects de la gestion intégrée sont déjà ancrés dans le cahier des charges type pour le PGEE du VSA (version 2010). Ils seront développés et précisés dans le cadre de la mise à jour en cours du document.

<sup>8</sup> Si en particulier les documents du PGEE remontent déjà à une certaine date, il est judicieux de jeter un œil critique sur les investissements prévus pour l'élimination des goulots d'étranglement de capacité dans le réseau d'assainissement, pour de nouveaux bassins d'eaux pluviales ou pour de nouveaux canaux de retenue. L'optimisation de l'exploitation des volumes de stockage existants par une gestion dynamique présente éventuellement un meilleur rapport coût/utilité qu'un nouveau BEP. Le but est d'éviter les mauvais investissements. Cependant, les objectifs de protection des eaux ne doivent pas être dilués : l'action prévue selon le PGEE ne peut être abandonnée que si d'autres solutions contribuent de manière adéquate à améliorer la protection des eaux.

#### Quel est le lien entre la mise en œuvre de la présente directive et le PGEE (intercommunal) ?

La mise à jour des documents du PGEE (intercommunal) est un processus continu. Selon le cahier des charges type pour le PGEE du VSA, la mise à jour des modules doit être synchronisée de telle sorte qu'une vue d'ensemble suffisante soit garantie en tout temps et qu'**aucune donnée de base importante ne devienne désuète ou inutilisable**. De ce fait, de nombreuses tâches définies comme contraignantes dans la présente directive peuvent être accomplies avec une certaine flexibilité dans le temps, car les données de base correspondantes sont en principe suffisamment à jour.

Des réflexions conceptuelles plus complètes, menées dans le cadre des tâches déclarées obligatoires (chap. 2.1 à 2.4), sont traitées de préférence dans le projet partiel PGEE « Concept d'évacuation des eaux » au niveau du syndicat. Les mesures qui en résultent font alors partie intégrante de la mise en œuvre des mesures PGEE. Il peut s'agir de mesures uniques ou de tâches permanentes (traitées aux chapitres 2.5 et 2.6), les transitions entre ces catégories étant fluides. Les mesures uniques peuvent également être adaptées et mises en œuvre par petites étapes dans le cadre d'un processus d'amélioration continue.

**Interaction PGEE intercommunal ↔ PGEE communaux** : même si le syndicat intercommunal n'a pas le pouvoir de donner des instructions aux communes, les actions du PGEE intercommunal s'imposent toutefois aux autorités communales. Si, par exemple, les débits de régulation sont optimisés dans le cadre du PGEE intercommunal, les communes sont tenues de mettre en œuvre les actions dans un délai raisonnable.

### 1.8 Structure de la directive

La structure de la directive est la suivante :

- ➡ **Partie principale contraignante** : le chapitre 2 ci-après définit les points à aborder pour la gestion du système global réseau d'assainissement - STEP - milieu récepteur (**QUE** faut-il faire ?). Cette partie est **contraignante** au sens d'une directive pour tous les syndicats intercommunaux, les communes (en tant que propriétaires d'installations d'assainissement publiques) ainsi que l'autorité d'exécution (service cantonal). Le VSA fixe le standard de manière à ce que les tâches puissent être accomplies par tous les propriétaires d'installations d'assainissement publiques. Bien entendu, en accord avec le service cantonal spécialisé, les régions d'assainissement peuvent aller au-delà de ce standard et mettre en œuvre, par exemple, un contrôle en temps réel.
- ➡ **Annexe non contraignante** : les responsables trouveront en annexe des exemples illustrant **COMMENT** les tâches peuvent être accomplies. Cette partie du document n'est pas contraignante. Les autorités d'exécution cantonales peuvent compléter ou simplifier les procédures mises à disposition par le VSA.

Pour information : le VSA met à disposition sur le site <https://gire.ch> différents exemples de « bonnes pratiques » concernant la gestion intégrée du système global réseau d'assainissement - STEP - milieu récepteur.

## 2 TACHES CONTRAIGNANTES

Depuis la construction des systèmes d'assainissement, l'état de la technique s'est considérablement développé, notamment grâce à la baisse spectaculaire des coûts des appareils de mesure et de commande et de la transmission des données et au fait que les installations sont devenues nettement plus robustes et fiables en termes d'exploitation. C'est pourquoi l'implémentation d'un système de commande à distance et de gestion offre aujourd'hui un très bon rapport coût/utilité en ce qui concerne les coûts annuels du système global et n'entraînera que très rarement une augmentation des taxes. L'expérience montre que si cela permet d'activer des valeurs d'infrastructure encore inutilisées jusqu'ici et d'améliorer la protection des eaux, les coûts supplémentaires engendrés sont proportionnés et acceptables.

C'est pourquoi le VSA définit les tâches suivantes comme contraignantes (au sens des « bonnes pratiques ») :

1. **Utilisation optimale de la capacité hydraulique et biochimique de la STEP.**
2. **Équipement en appareils de mesure des ouvrages spéciaux pertinents et transmission des données à un système central de contrôle des processus.**
3. **Optimisation des débits de régulation dans le cadre du PGEE (intercommunal).**
4. **Système de commande à distance et de gestion pour les installations d'assainissement pertinentes.**
5. **Contrôles de fonctionnement des installations de déversement d'eaux mixtes.**
6. **Évaluation annuelle et reporting des données d'exploitation du système global.**

Il découle de cette définition différentes tâches pour les exploitants d'installations d'assainissement, qui sont décrites dans les paragraphes suivants.

Dans le présent chapitre, le VSA décrit l'état souhaité concernant la gestion du système global. Selon la situation de départ, cet état peut être atteint rapidement ou nécessiter plusieurs étapes de planification / d'optimisation et/ou des investissements plus importants. Les tâches définies comme contraignantes ci-dessus doivent être accomplies dès que l'occasion se présente. Les délais applicables dans chaque cas doivent être fixés par l'autorité d'exécution. Le VSA recommande toutefois une mise en œuvre à l'horizon 2035 au plus tard.

## 2.1 Utilisation optimale de la capacité hydraulique et biochimique de la STEP

### 2.1.1 Situation initiale et objectif

En Suisse, les STEP n'ont pas été dimensionnées de manière uniforme. Indépendamment de la base de dimensionnement, dans le présent document, le **débit entrant maximal admissible de la STEP est désigné par  $Q_{dim}$** .

Dans la pratique, toutes les STEP ne sont pas alimentées à ce débit  $Q_{dim}$  :

- Dans certaines STEP, le débit entrant maximal admissible  $Q_{dim}$  n'est atteint qu'après de longs épisodes pluvieux (par exemple du fait que le poste de relevage d'entrée n'est à sa puissance maximale qu'en cas de mise en charge maximale de la canalisation d'amenée).
- Certaines STEP réduisent le débit entrant traité en fonction de l'état de fonctionnement (par exemple lors de rétrolavages) ou ne sont alimentées qu'avec le double du débit de temps sec selon la charge actuelle ( $2 Q_{TS, \max \text{ actuel}}$ ). Suivant le degré de développement dans le bassin versant, cette valeur ( $2 Q_{TS, \max \text{ actuel}}$ ) est nettement inférieure à la valeur de dimensionnement.

Dans quelques STEP, il est même possible de régler durablement le débit entrant sur une valeur supérieure à  $Q_{dim}$ , car elles disposent de « réserves internes<sup>9</sup> » (le débit d'alimentation peut par exemple être augmenté bien au-delà de  $Q_{dim}$  pendant quelques heures ou durant les mois d'été).

**L'utilisation de la capacité maximale de la STEP constitue de loin la mesure la plus efficace pour réduire les déversements d'eaux mixtes par temps de pluie**

La figure ci-dessous montre l'influence du débit entrant de la STEP sur le déversement observé au niveau du BEP STEP, lorsque le débit entrant varie entre 200 et 300 l/s. L'augmentation du débit entrant de temps de pluie de la STEP de 200 l/s à 250 l/s permet de réduire – dans le bassin-versant de la STEP en question – de plus de 70% le volume déversé et la charge d'ammonium déversée au niveau du BEP STEP.

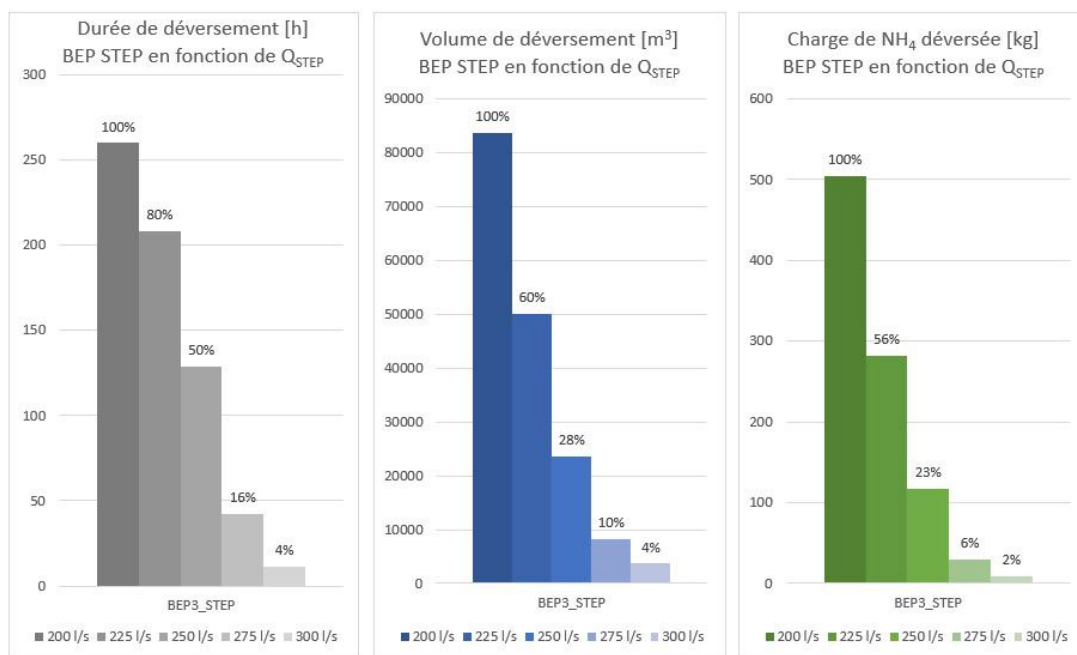


Figure 1 : Influence du débit entrant de la STEP sur le comportement de déversement du BEP STEP au cours de la période modélisée du 2 mai 2016 au 31 décembre 2017 (608 jours). À gauche : durée de déversement en heures ; au centre : volume de déversement en  $m^3$  ; à droite : charge d'ammonium déversée en kg. Source : HOLINGER AG.

<sup>9</sup> Les « réserves internes » d'une installation à boues activées peuvent être classées en trois catégories :

- réserves statiques (capacité) : charge entrante actuelle < charge de dimensionnement ➔  $Q_{max, STEP} > Q_{dim}$  toute l'année ;
- réserves statiques (saisonnières) : activité bactérienne accrue avec les températures plus élevées ➔  $Q_{max, STEP} > Q_{dim}$  pendant les mois d'été ;
- réserves dynamiques (réserves situationnelles par l'interaction entre le décanteur secondaire et le traitement biologique) : avec des connaissances plus étendues de la STEP (appareils de mesure supplémentaires, simulations et essai de fonctionnement), les réserves spécifiques dans le décanteur secondaire peuvent être utilisées en fonction de la situation (par exemple premier flot d'orage au début d'un épisode pluvieux).  
➔  $Q_{max, STEP} > Q_{dim}$  pendant quelques heures.

L'augmentation du débit d'alimentation de la STEP entraîne une légère augmentation des apports dans le milieu récepteur. Mais comme le rendement d'épuration de la STEP est nettement supérieur à celui des bassins d'eaux pluviales (notamment en ce qui concerne les polluants dissous comme l'ammonium), cette mesure réduit sensiblement la pollution des eaux dans l'ensemble du bassin versant par temps de pluie, à condition que la STEP puisse traiter le débit entrant accru par temps de pluie et que cela n'engendre pas de problèmes fonctionnels tels qu'entraînement de boues, diminution de la teneur en matière sèche, nitrification incomplète, etc. De plus, il faut également vérifier que la mesure n'a pas d'effet négatif sur le traitement des eaux par temps sec du fait de la baisse de la concentration de MS dans l'étape biologique. Le VSA considère qu'il n'en est rien en cas d'alimentation avec  $Q_{dim}$ , si la STEP (et toutes ses parties d'installation) est correctement dimensionnée. Si la STEP rejette dans un milieu récepteur plus sensible que les ouvrages de déversement (ce qui n'est généralement pas le cas), l'impact de l'augmentation du débit d'alimentation de la STEP doit également être examiné.

Comme l'augmentation du débit d'alimentation de la STEP est une mesure qui apporte un excellent rapport coûts/utilité, **le VSA fixe de manière contraignante que la STEP soit alimentée en tout temps au débit entrant maximal admissible  $Q_{dim}$** . Il ne peut y être dérogé qu'en cas de rejet dans un milieu récepteur sensible, pour autant que cela soit approprié dans le sens d'une approche globale.

Si une STEP dispose de « réserves internes » et pourrait être alimentée à un débit entrant supérieur à  $Q_{dim}$ , le VSA recommande d'examiner au cas par cas comment la capacité de la STEP peut être utilisée de manière optimale. Pour ce faire, il faut déterminer la capacité maximale de la STEP du point de vue hydraulique et biochimique sur toutes les étapes de traitement à l'aide d'une analyse des goulots d'étranglement (annexe 2C). Si cette analyse confirme les « réserves internes », le VSA recommande d'utiliser ces dernières lorsque cela est judicieux<sup>10</sup> et possible et d'alimenter la STEP à un débit entrant supérieur à  $Q_{dim}$ .

Cependant, le VSA ne fixe pas de manière contraignante que les « réserves internes » (c'est-à-dire au-delà de  $Q_{dim}$ .) soient utilisées.

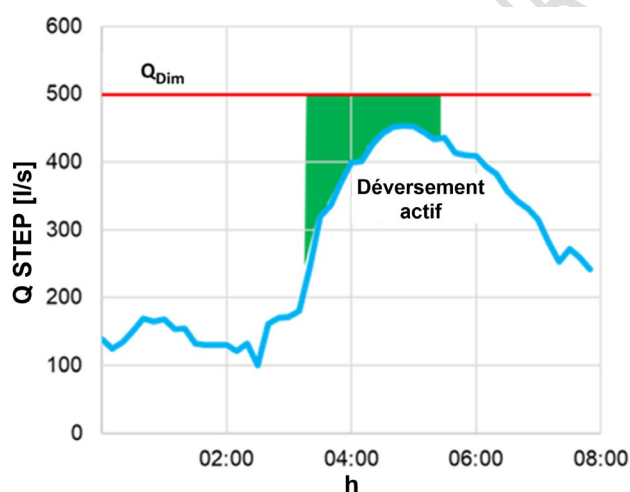


Figure 2 : Épisode de déversement du bassin d'eaux pluviales juste en amont de la STEP au cours duquel la STEP n'a pas atteint son débit maximal. Comme la sortie de la STEP et la conduite de déversement débouchent dans le même milieu récepteur, l'alimentation de la STEP à  $Q_{dim}$  permettrait de réduire l'atteinte aux eaux.

Source : AQUA & GAS No 10/2019.

<sup>10</sup> Si une STEP rejette les eaux épurées dans un milieu récepteur très sensible, mais que les eaux mixtes sont déversées dans milieu nettement plus grand, il peut être judicieux du point de vue du milieu récepteur de ne pas utiliser les « réserves internes » de la STEP, c'est-à-dire de laisser  $Q_{max, STEP}$  à  $Q_{dim}$ . De cette façon, le milieu récepteur sensible sera protégé au mieux par temps de pluie et le rendement d'épuration de la STEP restera élevé.

### 2.1.2 Que faut-il faire ?

Dans un premier temps, l'exploitant de STEP (ou le syndicat intercommunal) répond aux questions suivantes<sup>11</sup> :

- Pour quel débit entrant maximal la STEP a-t-elle été dimensionnée à l'origine ? ➔  $Q_{dim.}$
- À quel débit entrant maximal la STEP est-elle alimentée actuellement par temps de pluie ? ➔  $Q_{max., STEP}$
- Quel est le débit entrant maximal de temps de pluie de la STEP stipulé dans l'autorisation de déversement ? ➔  $Q_{max., autor.}$
- Quel est le débit entrant maximal de temps de pluie de la STEP prévu dans le PGEE intercommunal ? ➔  $Q_{max., PGEE-I}$

Pour les raisons décrites plus haut (protection des eaux), la capacité hydraulique selon le dimensionnement de la STEP doit être entièrement utilisée. Si  $Q_{max., STEP} = Q_{dim.} = Q_{max., autor.} = Q_{max., PGEE-I}$ , aucune étape supplémentaire n'est nécessaire, car la capacité de dimensionnement est pleinement utilisée.

Pour les cas où la capacité de dimensionnement hydraulique n'est pas pleinement utilisée, il faut déterminer les raisons des écarts. Si, par exemple,  $Q_{max., PGEE-I}$  est différent de  $Q_{max., STEP}$ , il convient de déterminer pourquoi une autre valeur a été consignée dans le PGEE intercommunal. La synchronisation entre les deux domaines est essentiel au bon fonctionnement du système global. C'est pourquoi il faut absolument réunir les points de vue de la STEP, du système d'assainissement et du milieu récepteur.

Si  $Q_{max., STEP}$  est inférieur à  $Q_{dim.}$ , il convient de vérifier, au moyen d'une simulation à long terme du système global (selon le modèle de simulation du PGEE intercommunal), si une augmentation du débit d'alimentation maximal de temps de pluie à  $Q_{dim.}$  aurait un effet positif sur le milieu récepteur. De même, les « réserves internes » doivent être examinées dans le cadre du PGEE-I ou lors d'investissements à venir. L'idéal serait d'effectuer une simulation sur le système global (STEP et système d'assainissement).

Si la simulation confirme une amélioration du système global, les étapes suivantes doivent être discutées avec l'autorité d'exécution et le débit maximal optimal ( $Q_{max., STEP}$ ) doit être fixé. En cas de mise à jour de l'autorisation de déversement de la STEP, les points suivants doivent y être définis :

- l'acceptation du débit entrant de dimensionnement  $Q_{dim.}$  doit être garantie à tout moment ;
- une augmentation périodique de  $Q_{dim.}$  doit être envisagée si la technique de traitement, la capacité biochimique et les conditions saisonnières, donc les « réserves internes », l'autorisent (voir les explications de l'annexe 2B) ;
- il faut pouvoir garantir qu'une augmentation périodique de  $Q_{dim.}$  entraînera une réduction de l'apport total dans l'environnement pendant le déversement (voir les contraintes ci-après).

#### Contraintes importantes :

- Le respect des conditions de déversement de la STEP doit en principe rester garanti en cas d'augmentation du débit d'alimentation.
- Toutefois, aux termes de l'art. 6, al. 4, let. a, Oeaux, l'autorité cantonale peut assouplir les exigences relatives au déversement d'eaux polluées *si une réduction de la quantité d'eaux déversées permet de diminuer la quantité de substances pouvant polluer les eaux, bien que des concentrations plus fortes de substances soient autorisées.*
- **En vertu de cet article, il est admis qu'en cas d'augmentation de la charge hydraulique de la STEP, le rendement d'élimination des composés traces par temps de pluie tombe en dessous de 80%, s'il peut être prouvé que cela permet de réduire l'apport total de composés traces dans l'environnement pendant le déversement.** Il en va d'ailleurs de même pour les autres substances contenues dans les eaux usées (voir figure 3). Les exigences concrètes doivent être définies dans l'autorisation de déversement du canton.

<sup>11</sup> Contexte : comme le volume d'eau maximal pouvant être reçu par la STEP n'est pas clairement défini dans la législation sur la protection des eaux, les pratiques en matière de dimensionnement, de décision et d'exécution varient. De plus, il faut faire la distinction entre « dimensionnement et autorisation de déversement » et « exploitation et exécution ». Par ailleurs,  $Q_{max., STEP}$  selon le dimensionnement diverge souvent de la valeur généralement définie comme débit de régulation fixe vers la STEP dans le cadre du PGEE intercommunal. Ainsi, le débit maximal  $Q_{max., STEP}$  du point de vue de la STEP est souvent inférieur au débit maximal  $Q_{max., PGEE-I}$  du point de vue du système d'assainissement (voir les explications de l'annexe 2A).

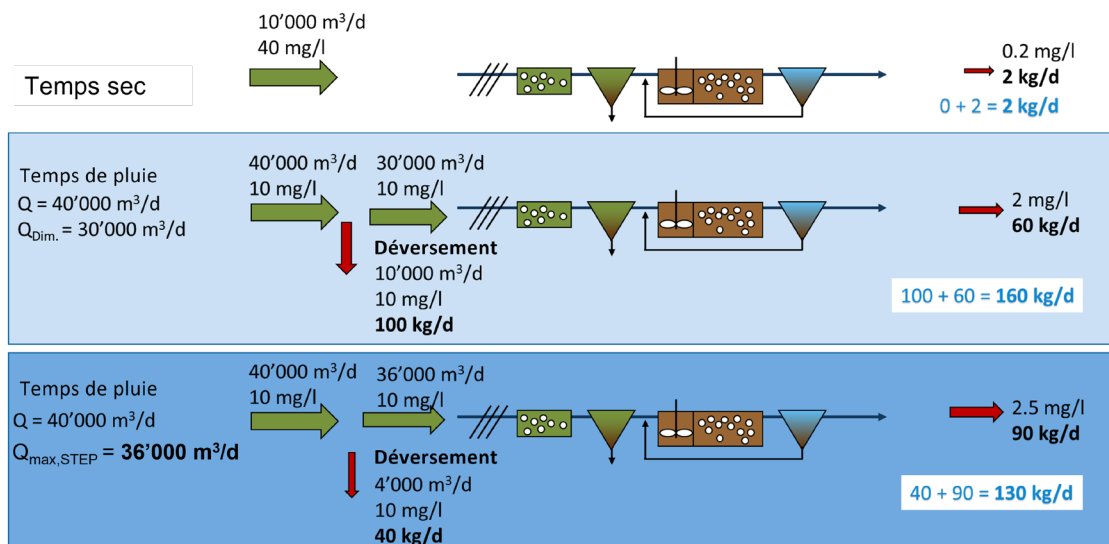


Figure 3 : Par temps sec, la station d'épuration atteint une valeur de sortie de l'ammonium de 0,2 mg/l. Alimentée au débit  $Q_{dim.}$  (30 000 m<sup>3</sup> par jour), la STEP peut respecter la valeur limite de l'ammonium de 2 mg/l par temps de pluie (milieu de la figure). En tenant compte du volume déversé, 160 kg d'ammonium sont apportés au milieu récepteur. Si la STEP est alimentée avec un débit plus élevé (p. ex. 36'000 m<sup>3</sup> par jour) pour le même débit entrant (40 000 m<sup>3</sup> par jour), la valeur de sortie passe à 2,5 mg/l. En revanche, comme le volume déversé diminue en conséquence, le milieu récepteur n'est pollué au total que par 130 kg d'ammonium. L'autorité peut donc, en vertu de l'art. 6, al. 4, let. a, OEaux, assouplir l'exigence relative à la valeur limite d'ammonium par temps de pluie.

### 2.1.3 Quand faut-il exécuter la tâche ?

- L'ajustage  $Q_{max., STEP}$ ,  $Q_{dim.,}$   $Q_{max., autor.}$  et  $Q_{max., PGEE-I}$  doit être effectué dans tous les cas lors de la mise à jour du PGEE intercommunal.
- Si, lors de la première étape selon le paragraphe 2.3.2, des différences importantes ont été constatées entre  $Q_{max., STEP}$  et  $Q_{dim.,}$  les clarifications doivent être effectuées indépendamment de la mise à jour du PGEE intercommunal.
- L'ajustage entre  $Q_{max., STEP}$ ,  $Q_{dim.,}$   $Q_{max., autor.}$  et  $Q_{max., PGEE-I}$  doit aussi être impérativement effectué à l'occasion de projets d'extension de la STEP.
- Dans le cadre du PGEE intercommunal, il faut vérifier dans quelle mesure les déversements peuvent être réduits si la STEP est alimentée à un  $Q_{max, STEP}$  plus élevé. Les « réserves internes » de la STEP doivent être prises en compte à cet effet.
- Si le PGEE prévoit de nouveaux BEP, le VSA recommande de procéder aux clarifications selon le point précédent, afin de s'assurer que les problèmes de protection des eaux existants ne peuvent effectivement être résolus que par la construction de nouveaux ouvrages et non par une optimisation du système global.

### 2.1.4 Responsabilités concernant la charge hydraulique maximale de la STEP

#### Exploitant de STEP ou syndicat intercommunal :

- examine les éventuelles différences entre les bases de dimensionnement d'origine et l'exploitation effective de la STEP dans son état actuel ;
- s'assure que le débit entrant de dimensionnement  $Q_{dim.}$  est accepté et traité ;
- en fonction de la situation et des « réserves internes », augmente le débit entrant à la STEP ;
- s'assure que le modèle de simulation du système d'assainissement et, dans l'idéal, de la STEP est mis à jour avant une extension importante de la STEP ou un démantèlement/raccordement afin de confirmer le débit entrant et d'optimiser le système ;
- veille à synchroniser les points de vue du système d'assainissement et de la STEP avant un projet d'augmentation de la capacité ;
- obtient une autorisation écrite de l'autorité cantonale compétente en cas d'adaptation de la capacité hydraulique maximale de la STEP.
- détermine les « réserves internes » lors de la révision du concept d'évacuation des eaux du PGEE intercommunal, lors d'optimisations de l'exploitation et avant l'étude de projet de nouveaux BEP.

#### Autorité d'exécution (service cantonal) :

- veille à ce que la charge hydraulique maximale de la STEP soit vérifiée à chaque mise à jour du concept d'évacuation des eaux dans le cadre du PGEE intercommunal.
- s'assure que lors de l'octroi de l'autorisation de déversement, le débit entrant de la STEP fixé dans l'autorisation a été confirmé par le modèle de simulation du PGEE intercommunal et de la STEP ;
- vérifie dans le cadre des évaluations annuelles des données d'exploitation le volume d'eau maximal accepté en l/s.

## **2.2 Équipement technique en appareils de mesure des ouvrages spéciaux pertinents et transmission des données à un système central de contrôle des processus**

### **2.2.1 Situation initiale et objectif**

Le bon fonctionnement des installations de déversement d'eaux mixtes est une condition essentielle à une protection des eaux efficace. Compte tenu du rendement d'épuration désormais très élevé des STEP, le système global doit être vérifié et, si nécessaire, réajusté afin de maintenir le niveau de protection des eaux atteint jusqu'ici, voire de l'améliorer. Avec leurs charges polluantes parfois considérables, les bassins d'eaux pluviales jouent un rôle central à cet égard.

Selon l'art. 13, al. 1, OEaux, le détenteur d'une installation servant à l'évacuation et l'épuration des eaux doit maintenir l'installation en état de fonctionner et constater tout écart par rapport à une exploitation normale. Pour pouvoir constater les écarts par rapport à une exploitation normale, les ouvrages spéciaux concernés doivent être équipés d'appareils de mesure. De plus, seuls des appareils de mesure permettent de vérifier si les exigences de l'autorisation de déversement sont remplies.

L'équipement des ouvrages spéciaux en technique MCR est une condition préalable à la compréhension des processus en cours, à la surveillance de l'exploitation, au contrôle de l'efficacité des actions engagées et à l'optimisation du système global. Pour les détenteurs d'installations d'assainissement, le grand défi est de mettre leurs installations en conformité avec les exigences constructives et techniques actuelles. Comme celles-ci n'étaient pas fixées jusqu'à présent en Suisse, le VSA définit désormais un certain niveau d'équipement obligatoire des ouvrages spéciaux (voir paragraphe 2.4.2).

### **2.2.2 Que faut-il faire ?**

Dans un premier temps, il faut déterminer les ouvrages spéciaux qui sont pertinents pour l'optimisation du système global et qui doivent donc être équipés en appareils de mesure. C'est l'autorité d'exécution qui décide si un ouvrage spécial est pertinent ou non pour la pollution des eaux.

Les bassins d'eaux pluviales (BEP) sont en principe considérés comme pertinents à la fois pour la pollution des eaux et pour la gestion. Pour déterminer les déversoirs d'orage (DO) pertinents, on peut se baser sur les critères suivants (liste non exhaustive) :

- DO dont les déversements d'eaux mixtes ont un impact important sur l'aspect général du milieu récepteur (selon le module G de la directive VSA « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie » [3], cela correspond à une dégradation de deux classes en amont/en aval pour un ou plusieurs paramètres de l'aspect général) ;
- DO qui déversent en moyenne lors de plus de 30 jours par an ;
- DO avec plus de 10 000 EH dans le bassin versant direct (analogue à l'UE).
- DO qui sont particulièrement sensibles aux obstructions (entre autres les DO pour lesquels il y a un grand rétrécissement entre le canal d'arrivée et le canal de sortie ou dont l'organe de régulation présente un faible diamètre, par exemple  $\leq 300$  mm).

Les ouvrages spéciaux pertinents pour la gestion ou la qualité des eaux doivent être équipés en appareils de mesure comme suit :

	Niveau d'eau	Débit vers la STEP <sup>12</sup>	Volume de déversement	Durée de déversement	Heures de fonctionnement	Alarme <sup>13</sup>
Trop-plein de sécurité	---	---	---	---	---	✓
Station de pompage	✓	✓ <sup>14</sup>	---	---	✓	✓
Bassin et canal de retenue des eaux pluviales	✓	✓ <sup>15</sup>	---	---	---	✓ <sup>16</sup>
Déversoir d'orage [DO]	✓	✓ <sup>17</sup>	--- <sup>18</sup>	✓	---	✓
Bassin d'eaux pluviales [BEP]	✓	✓ <sup>19</sup>	✓	✓	---	✓ <sup>20</sup>

**Tableau 1** : Définition de l'état de la technique en matière d'équipements de mesure (MCRS) des ouvrages spéciaux. La définition des ouvrages spéciaux se réfère à [1]. Les ouvrages de répartition ne figurent pas dans ce tableau, car leur fonction est juste de répartir le flux d'eaux usées. Si l'ouvrage de répartition est aussi l'ouvrage de régulation d'un BEP ou d'un DO, les prescriptions de ces derniers s'appliquent.

Les domaines suivants ne sont pas couverts par le tableau 1 :

- **Appareils de mesure mobiles et campagnes de mesure temporaires** : ils fournissent, avec relativement peu d'efforts, de précieuses informations sur le fonctionnement des canalisations et le comportement de déversement. Cela peut être très utile pour l'optimisation de l'exploitation, des étalonnages, des contrôles d'efficacité, etc. Cependant, des appareils de mesure fixes sont indispensables pour un reporting pluriannuel (voir chapitre 2.6).
- **Équipements mécaniques** : le tableau 1 contient les exigences relatives à l'équipement en appareils de mesure des ouvrages spéciaux. Les équipements mécaniques nécessaires à une protection adéquate des eaux (retenue des déchets grossiers, nettoyage des bassins, etc.) sont prescrits dans le PGEE correspondant.
- **Données hydrographiques et pluviométriques<sup>21</sup>** : lorsqu'elles existent, des données hydrographiques (Confédération, canton) et pluviométriques (Confédération, canton, commune, STEP) à haute résolution doivent être intégrées dans le système de contrôle des processus afin qu'elles soient également collectées et disponibles pour la visualisation et l'évaluation. En l'absence de station pluviométrique ou si leur nombre est insuffisant (en fonction de la taille du bassin versant de la STEP), le VSA recommande que l'organisation centrale à l'intérieur du bassin versant (en général le syndicat intercommunal) installe des stations pluviométriques supplémentaires pouvant être utilisées pour l'étalonnage et le contrôle de plausibilité des données de mesure. Idéalement, il faudrait exploiter - réparties sur l'ensemble du bassin versant - environ une station pluviométrique par 10 km<sup>2</sup>.

<sup>12</sup> Pour mesurer les apports d'eaux claires parasites, la mesure du débit doit également pouvoir enregistrer de manière fiable le débit minimal par temps sec avec la plus grande précision possible.

<sup>13</sup> L'alarme est activée lorsque le débit vers la STEP requis n'est plus atteint (par exemple en cas de colmatage du limiteur de débit). Le signal d'alarme est en principe transmis à l'exploitant puis, de là, au service compétent en cas d'urgence (en général le service de piquet).

<sup>14</sup> Une capacité de pompage indiquée vaut également comme mesure du débit sortant.

<sup>15</sup> Un limiteur de débit fixe ayant une bonne sélectivité détermine également le débit vers la STEP ; une mesure supplémentaire du débit n'est donc pas nécessaire. Dans le cas de limiteurs de débit commandés (par exemple, une vanne commandée), le débit sortant est défini par le niveau d'eau et la position de la vanne.

<sup>16</sup> Un remplissage de l'ouvrage par temps sec doit être détecté par une programmation appropriée.

<sup>17</sup> Un limiteur de débit fixe ayant une bonne sélectivité détermine également le débit vers la STEP ; une mesure supplémentaire du débit n'est donc pas nécessaire. Dans le cas de limiteurs de débit commandés (par exemple, une vanne commandée), le débit sortant est défini par le niveau d'eau et la position de la vanne.

<sup>18</sup> Selon le modèle de géodonnées minimal (MGDM) du PGEE, le volume de déversement d'un DO est obligatoire. Par souci de proportionnalité, le VSA renonce à faire équiper les DO de dispositifs de mesure correspondants. Pour le MGDM, les données peuvent également être déterminées à l'aide du modèle de simulation hydraulique après étalonnage avec la durée de déversement mesurée.

<sup>19</sup> Un limiteur de débit fixe avec une bonne sélectivité détermine également l'écoulement vers la STEP. Dans le cas de limiteurs de débit commandés (par exemple, une vanne commandée), le débit sortant est défini par le niveau d'eau et la position de la vanne.

<sup>20</sup> Un remplissage ou même un déversement de l'ouvrage par temps sec doit être détecté par une programmation appropriée.

<sup>21</sup> La présente directive ne contient pas de prescriptions concernant la mesure et le stockage des données pluviométriques. On se référera pour cela au chapitre 3 de la recommandation du VSA « Évaluation hydraulique dans l'évacuation des eaux urbaines. Vérification de systèmes d'évacuation des eaux et gestion du ruissellement de surface ».

Les données d'exploitation collectées dans le système global sont nécessaires pour surveiller les processus actuels, faire fonctionner les organes de régulation et calculer les indicateurs importants pour l'exploitation. Cela ne concerne pas uniquement l'infrastructure de saisie des données d'exploitation, mais aussi leur intégration dans les unités de commande locales du système d'assainissement et de la STEP.

En plus de l'équipement des ouvrages spéciaux selon le tableau 1, le VSA fixe de manière contraignante qu'à l'intérieur d'un bassin versant de STEP, toutes les données brutes saisies lors de l'exploitation soient automatiquement transmises à un système central de gestion des données de mesure<sup>22</sup> et qu'elles y soient systématiquement documentées (voir précisions à l'annexe 3). Les données ne doivent pas être agrégées en valeurs horaires ou journalières, mais conservées pendant au moins 10 ans à la résolution avec laquelle elles ont été saisies. Les coûts de stockage des données sont déjà bas et continueront probablement de baisser.

Comme l'entretien régulier et la maintenance appropriée des équipements de mesure sont déterminants pour la qualité des données, ces travaux doivent être organisés et assurés dans le sens de la gestion de la qualité.



Figure 4 : L'équipement des ouvrages spéciaux avec des techniques de mesure n'est pas seulement utile pour mieux comprendre le comportement de déversement par temps de pluie, mais aussi pour détecter rapidement d'éventuels déversements d'eaux polluées non diluées suite à un limiteur de débit bouché. Sans alarme automatique, les pollutions du milieu récepteur restent indétectables pendant des jours ou des semaines, selon l'accessibilité de l'exutoire.

### 2.2.3 Quand faut-il exécuter la tâche ?

Dans le cadre d'une optimisation de l'exploitation ou, au plus tard, de la mise à jour du PGEE (intercommunal), il faut définir quels ouvrages spéciaux doivent être équipés d'appareils de mesure, le type d'appareillage, et qui est responsable des investissements, de l'entretien régulier, de la maintenance appropriée des équipements de mesure et de la transmission des données.

L'équipement des ouvrages spéciaux en appareils de mesure a lieu ensuite lors de la mise en œuvre des actions du PGEE ou dans le cadre des prochains grands travaux de réhabilitation. L'autorité d'exécution définit la date butoir.

<sup>22</sup> Dans les bassins versants de STEP avec régulation dynamique des ouvrages spéciaux, toutes les données convergent dans un système de gestion des données de mesure (normalement dans le système de contrôle des processus de la STEP). Dans les bassins versants de STEP sans régulation dynamique d'ouvrages spéciaux sélectionnés, il est également possible que les données soient transmises aux systèmes de contrôle des processus des détenteurs respectifs des ouvrages spéciaux. L'échange de données entre les détenteurs doit toutefois être garanti. Si de nouvelles télétransmissions ont lieu, le VSA recommande de transmettre dès le début les données à un système central de contrôle des processus sur l'ensemble du bassin versant de la STEP.

#### 2.2.4 Responsabilités concernant l'équipement des ouvrages spéciaux

**Organisation centrale à l'intérieur du bassin versant de la STEP (en général, syndicat intercommunal ; éventuellement, service des ponts et chaussées) :**

- définit quelles installations d'assainissement doivent être équipées d'appareils de mesure et le type d'appareillage;
- exploite un système de gestion des données de mesure et veille à ce que toutes les données de mesure y soient enregistrées ;
- veille à ce que toutes les données nécessaires à l'évaluation et au reporting des données d'exploitation soient disponibles conformément aux directives du concept de gestion des données du syndicat.

**Propriétaire des installations d'assainissement :**

- équipe ses installations d'assainissement conformément aux prescriptions du PGEE (intercommunal) en tenant compte des prescriptions minimales du VSA selon le tableau 1 ou l'annexe 3 ;
- veille à l'entretien et à la maintenance des installations conformément aux indications des fabricants et à la bonne transmission des données de mesure au système de gestion des données de mesure.

**Autorité d'exécution (service cantonal) :**

- veille à ce que l'équipement en appareils de mesure des ouvrages spéciaux soit intégré comme action lors de réhabilitations et de nouvelles constructions ainsi que lors de la mise à jour du PGEE (intercommunal).

## 2.3 Optimisation des débits de régulation dans le cadre du PGEE (intercommunal)

### 2.3.1 Situation initiale et objectif

La réduction ou l'augmentation des débits de régulation a une influence déterminante sur les caractéristiques de déversement des bassins d'eaux pluviales [BEP] et des déversoirs d'orage (DO), c'est-à-dire sur le nombre de déversements et la durée de déversement et, donc, sur leur volume/charge de déversement. Comme l'adaptation du débit de régulation a généralement un impact sur les ouvrages de déversement en aval, il est très important de coordonner ces débits dans le cadre d'un PGEE (intercommunal) afin d'optimiser le comportement de déversement du système global.

Le cahier des charges type de l'ingénieur PGEE du VSA [2] décrit en détail les objectifs à atteindre sous l'angle du milieu récepteur et les prestations à fournir. L'optimisation des débits de régulation fait donc partie de l'état de la technique au moins depuis les années 2010 et se justifie également par des considérations de coût/utilité. Elle permet d'utiliser au mieux les ouvrages existants et de garantir une protection des eaux suffisante.

La nouveauté réside éventuellement dans la régulation dynamique du débit de régulation<sup>o</sup> : la définition de débits de régulation minimaux et maximaux pour chaque ouvrage spécial permet de fixer les conditions-cadres des possibilités de régulation (voir à ce sujet l'exemple d'une décision cantonale pour une gestion de réseau à l'annexe 5B). Avec une régulation dynamique des débits, le système d'assainissement peut être géré en fonction de différents paramètres du système global. Les débits de régulation, notamment ceux des ouvrages montés en série, peuvent être coordonnés entre eux de manière ciblée. De plus, il est possible d'obtenir une utilisation uniforme et un meilleur taux d'utilisation de tous les volumes de stockage du système d'assainissement. Si un ouvrage n'est pas encore doté d'un limiteur de débit à commande dynamique, il peut, dans la plupart des cas, être adapté sans investissements importants.

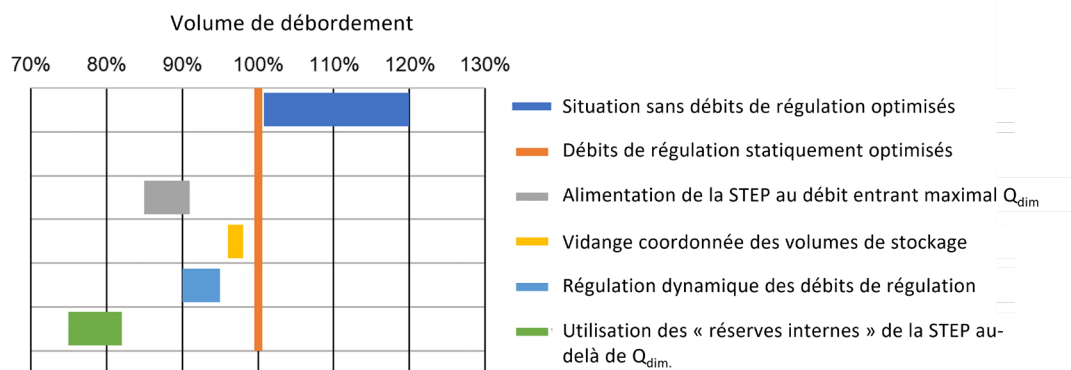


Figure 5 : Représentation des potentiels de cinq bassins versants selon cinq approches de gestion différentes. L'état de référence est celui de l'optimisation statique des débits de régulation. Le graphique montre que l'optimisation statique offre un très grand potentiel de réduction des volumes de déversement - jusqu'à 20% dans ce cas.

Source : AQUA & GAS No 10/2019.

### 2.3.2 Que faut-il faire ?

Lors de l'élaboration du PGEE au niveau de la commune ou du syndicat, tous les éléments du système d'assainissement sont notamment représentés dans un modèle dans le cadre du module « Concept d'évacuation des eaux ». Ce modèle permet de simuler différents états et variantes et de démontrer ainsi le fonctionnement hydraulique du système d'assainissement. Une simulation à long terme est alors réalisée. Tous les débits de régulation des ouvrages spéciaux du système d'assainissement (DO, BEP, SP etc.) sont vérifiés à l'aide du modèle. Les réglages des débits de régulation sont ensuite optimisés en tenant compte de la sensibilité du milieu récepteur de manière à minimiser la pollution des eaux par les déversements d'eaux mixtes. Les débits de régulation optimisés sont approuvés par l'autorité cantonale en même temps que le concept d'évacuation des eaux et sont ensuite fixés de manière contraignante. Lors de la mise en œuvre du PGEE (intercommunal), les débits de régulation sont implémentés sur tous les ouvrages spéciaux du système d'assainissement de façon que celui-ci puisse être exploité de manière idéale.

Dans le cadre du PGEE, il faut vérifier également si les exigences minimales selon la directive VSA « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie » [3] sont respectées (émissions : pourcentage de déversement sur l'ensemble du bassin versant de la STEP ; immissions : respect de la valeur indicative pour chaque ouvrage de déversement). S'il existe un modèle de calcul hydraulique du système d'assainissement permettant un calcul basé sur la charge, celui-ci peut être utilisé directement pour le calcul après avoir été comparé et étalonné avec les données de mesure disponibles.

La vérification de ces exigences est fondamentale, car elle permet de faire la distinction entre les déficits locaux et un déficit sur l'ensemble du bassin versant. De plus, une vérification des mesures selon STORM est nécessaire si une optimisation fonctionnelle dans le cadre de la gestion intégrée du système global ne permet pas de respecter les exigences minimales.

### 2.3.3 Quand faut-il exécuter la tâche ?

Si les débits de régulation des ouvrages spéciaux dans un bassin versant de STEP n'ont pas encore été coordonnés entre eux ou mis en œuvre dans l'exploitation, ces travaux doivent être réalisés le plus rapidement possible. Justification : le coût financier de l'élaboration et de la mise en œuvre des mesures est faible au regard du bénéfice potentiel important du point de vue de la protection des eaux.

À défaut, la vérification des débits de régulation optimisés est effectuée lors de la mise à jour du PGEE (intercommunal) ou en accord avec l'autorité d'exécution.

L'étendue et le contenu des travaux reposent sur le cahier des charges type pour le PGEE du VSA [2].

### 2.3.4 Responsabilités concernant l'optimisation des débits de régulation

#### **Exploitant de STEP ou syndicat intercommunal :**

- s'assure que les débits de régulation optimisés déterminés dans le PGEE intercommunal sont connus de tous les propriétaires d'ouvrages de déversement concernés ;
- met à jour périodiquement les modules pertinents du PGEE (intercommunal) (y compris le recalcul des débits de régulation optimisés).

#### **Propriétaire des installations d'assainissement :**

- veille au contrôle et à l'entretien réguliers des installations de déversement et s'assure du bon fonctionnement des limiteurs de débit et des appareils de mesure<sup>23</sup> ;
- prouve qu'il respecte les débits de régulation convenus avec le syndicat / la STEP ;
- obtient une autorisation écrite de l'autorité cantonale compétente en cas d'adaptation des débits de régulation sur les ouvrages spéciaux (lors du remplissage, du déversement et de la vidange).

#### **Autorité d'exécution (service cantonal) :**

- veille à ce que l'optimisation des débits de régulation fasse partie du cahier des charges pour le PGEE à chaque mise à jour du PGEE intercommunal / PGEE ;
- délivre les autorisations nécessaires en cas d'adaptation des débits de régulation ;
- vérifie régulièrement (en général dans le cadre du reporting) si les débits de régulation définis dans le PGEE intercommunal sont respectés ou demande aux propriétaires les preuves qu'ils respectent les débits de régulation autorisés.

<sup>23</sup> Le propriétaire peut également confier ces tâches à des tiers (par exemple au syndicat intercommunal, si celui-ci dispose du personnel qualifié).

## 2.4 Système de commande à distance et de gestion pour les installations d'assainissement pertinentes

### 2.4.1 Situation initiale et objectif

Contrairement aux déversoirs d'orage (DO), dans les bassins d'eaux pluviales (BEP) les eaux mixtes sont prétraitées avant d'être rejetées dans le milieu récepteur<sup>24</sup>. C'est pourquoi les eaux mixtes sont déversées en priorité via les BEP.

Les volumes de stockage des BEP sont remplis avant chaque déversement. Ces volumes d'eaux mixtes stockés sont acheminés vers la STEP dès que la conduite d'amenée a de nouveau des capacités libres. Une vidange coordonnée des BEP est alors souhaitable. Par exemple, en l'absence de vidange coordonnée (figure 6), les bassins BEP1, BEP3a et BEP3b sont vidés alors que le bassin d'eaux pluviales BEP4, situé en aval sur le même tronçon principal, déverse encore. Les eaux mixtes stockées temporairement dans les BEP en amont sont donc déversées dans le milieu récepteur au niveau de BEP4, ce qui annihile en partie la contribution de BEP1, BEP3a et BEP3b à la protection des eaux.

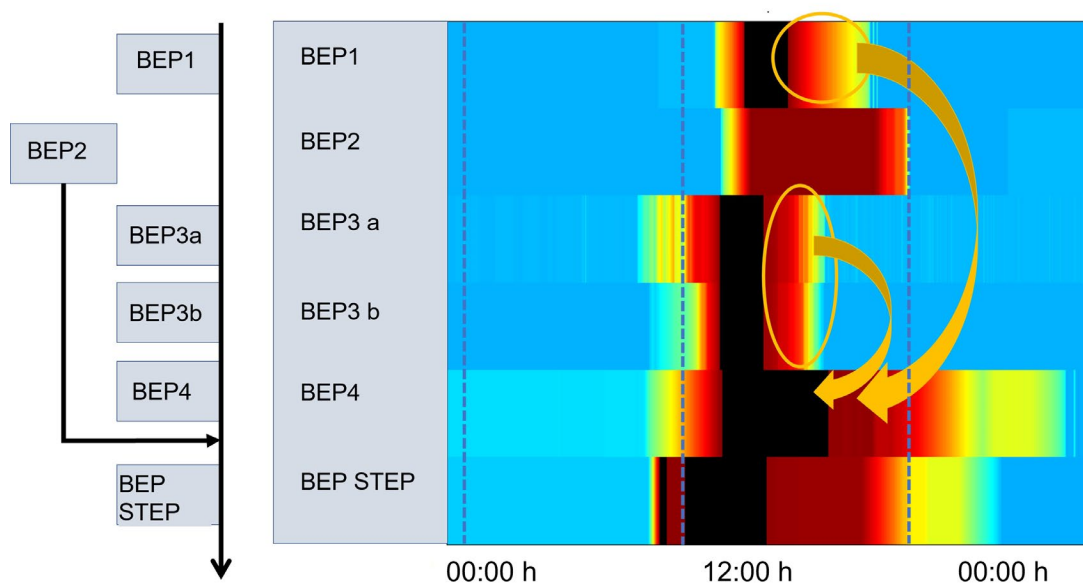


Figure 6 : Analyse des opérations de vidange de bassins d'eaux pluviales dans un bassin versant (bleu : 0% de remplissage, rouge : 100% de remplissage, noir : déversement). BEP1, BEP3a et BEP3b sont vidés, alors que le bassin BEP4, situé sur le même tronçon principal, déverse.

Source : AQUA & GAS No 10/2019.

Par ailleurs, en cas de variation locale des intensités de pluie, BEP1, BEP2, BEP3a et BEP3b auraient pu déjà déverser alors qu'il y avait encore un volume de stockage disponible dans BEP4. Dans ce cas, il est possible tirer un meilleur parti de l'infrastructure existante si le débit sortant des BEP en amont était temporairement augmenté.

La commande coordonnée des débits de régulation et des vidanges est donc fondamentale pour pouvoir pleinement exploiter les fonctions de stockage sur l'ensemble du réseau d'assainissement lors d'un épisode pluvieux et pour compenser les éventuelles inégalités de charge.

La plupart des BEP sont aujourd'hui déjà équipés d'organes de mesure et de régulation, avec souvent une commande locale des débits, c'est-à-dire que les bassins fonctionnent indépendamment les uns des autres. Des dispositifs de mesure et des organes de contrôle sont toutefois disponibles et leurs données peuvent être lues à partir du système de contrôle des processus. La vidange coordonnée des bassins d'eaux pluviales fait partie de l'état de la technique depuis la fin des années 1990.

Le VSA définit comme état visé un système de commande à distance et de gestion qui permette une gestion intégrée des BEP raccordés ainsi que leur vidange coordonnée. Les données de mesure convergent dans un

<sup>24</sup> Séparation des polluants décantables et des matières flottantes ainsi que des déchets grossiers, si un dégrilleur est installé.

système central de gestion des données de mesure connecté au système de contrôle des processus de la STEP. Un ensemble de règles et un algorithme éventuellement prédéfini pilotent et commandent les organes de régulation. Dans le cadre du système de commande à distance et de gestion, il convient de vérifier par une analyse sommaire si les eaux ayant des objectifs de protection élevés (telles que petits cours d'eau et cours d'eau sensibles, eaux de baignade, captages d'eau potable proches) et les milieux précieux du point de vue écologique (tels que frayères, réserves naturelles) peuvent être mieux protégés par une gestion du système global lors d'épisodes pluvieux. Si tel est le cas, le système de commande à distance et de gestion doit être étendu à toutes les installations d'assainissement concernées.

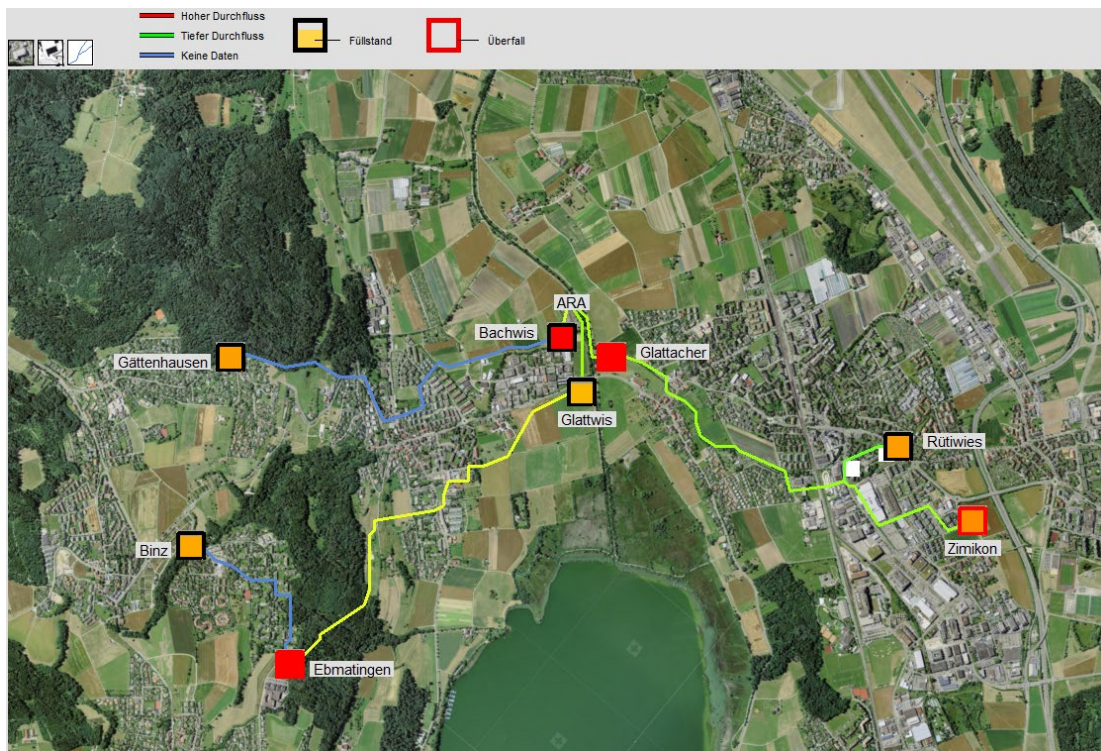


Figure 7 : Le système de surveillance en temps réel de la STEP de Bachwis montre aussi bien le niveau de remplissage de tous les bassins d'eau pluviale que la charge hydraulique de tous les collecteurs principaux.

Source : STEP de Bachwis

Le VSA met à disposition l'outil d'évaluation PASST-CH<sup>25</sup>, adapté au contexte suisse, pour effectuer l'analyse sommaire destinée à évaluer le potentiel de gestion du système global (voir annexe 1A). En cas de doute, le VSA recommande de procéder à une étude préliminaire différenciée incluant une évaluation technique.

#### 2.4.2 Que faut-il faire ?

Conformément au cahier des charges type pour l'ingénieur PGEE, il convient de procéder à une évaluation de la mise en place d'un concept de gestion et de régulation (inventaire des systèmes de gestion et de régulation existants, recensement des ouvrages susceptibles de disposer d'un tel système, comme les déversoirs d'orage et les canaux de stockage). Dans ce cadre, il faut également évaluer les actions possibles d'optimisation du système d'assainissement en exploitation, énumérées à l'annexe 1B, ainsi que les actions possibles dans le milieu récepteur selon l'annexe 1C.

Dès qu'il existe des volumes de stockage dans un bassin versant de STEP (BEP ou canaux de stockage), il est utile de mettre en place des règles de vidange, car cela permet de réduire la pollution des eaux.

Les stratégies de base et principes suivants sont définis pour une vidange coordonnée des bassins d'eaux pluviales :

<sup>25</sup> L'évaluation selon PASST de la fiche technique DWA-M 180 a été adaptée à la situation suisse dans le cadre du projet « Integrale Regelung von Kanalnetzen » (Régulation intégrée des réseaux d'assainissement) (INKA, 2017). L'outil d'évaluation PASST-CH a été créé à cette occasion. Celui-ci a été remanié pendant l'élaboration de la présente directive et étendu aux sous-bassins des STEP et des eaux de surface.

- Les bassins d'eaux pluviales font partie du système de contrôle des processus et les données à haute résolution peuvent être analysées et lues.
- Les vidanges sont effectuées en fonction des priorités hydrobiologiques. En règle générale, les vidanges doivent être évitées si elles entraînent un nouveau déversement en aval.
- En cas d'augmentation du débit d'entrée de la STEP, en particulier dans des situations critiques susceptibles d'entraîner le non-respect des conditions de déversement, aucune vidange de bassin de stockage ne doit avoir lieu.
- L'état et la sensibilité du milieu récepteur sont pris en compte, de sorte que les bassins qui se déversent dans un milieu récepteur sensible doivent être vidangés en priorité.

Pour pouvoir mettre en œuvre les stratégies de base mentionnées ci-dessus pour la vidange coordonnée, il faut d'abord analyser l'état actuel du réseau afin de pouvoir élaborer une stratégie de vidange optimale sur cette base. Pour ce faire, les questions suivantes doivent être clarifiées et les données suivantes doivent être disponibles :

- Comment le comportement de vidange des bassins d'orage est-il réglé ?
- Où existe-t-il un potentiel d'amélioration ?
- Quelles sont les voies d'écoulement et les temps d'écoulement ?
- Quelle est la capacité des canaux en aval ?
- En vue de la définition des objectifs de protection des eaux : Quel est l'état du milieu récepteur ? (valeur écologique, pollution préexistante, sensibilité, etc.)
- Schéma hydraulique des ouvrages (situation, maillage, type d'ouvrage, volume) ainsi que fiches techniques des ouvrages spéciaux avec cotes de niveau correctes et vérifiées sur place par rapport aux composants hydrauliques (vannes, pompes de vidange).

Les conditions suivantes sont importantes pour un système de commande à distance et de gestion :

- Les ouvrages sur le réseau importants pour la gestion doivent être équipés d'appareils de mesure et les signaux doivent être transmis de manière fiable à un système de gestion des données de mesure et y être enregistrés avec une haute résolution.
- Les installations commandées (ouvrages sur le réseau et STEP) sont exploitées par du personnel spécialisé compétent, de préférence au sein d'une organisation centrale (en général le syndicat intercommunal).

Bien entendu, ces conditions ne doivent pas nécessairement être réunies dès le début. Elles peuvent également faire partie du projet de mise en œuvre de la gestion du système global ou être créées dans une phase préliminaire.

#### **2.4.3 Quand faut-il exécuter la tâche ?**

Si un bassin versant de STEP comporte des BEP montés en série dont la vidange n'est pas encore effectuée de manière coordonnée, un système de commande à distance et de gestion doit être mis en place le plus rapidement possible. Sinon, les clarifications relatives à un système de commande à distance et de gestion se font en concertation avec l'autorité d'exécution.

Si un système de commande à distance et de gestion est déjà mis en œuvre sur l'ensemble du bassin versant de la STEP, la commande et les règles de vidange doivent être vérifiées dans le cadre d'une optimisation de l'exploitation ou, au plus tard, de la mise à jour du PGEE (intercommunal), afin de tenir compte des évolutions continues du système d'assainissement.

L'étendue et le contenu des travaux reposent sur le cahier des charges type pour le PGEE du VSA [2] et doivent être adaptés aux conditions concrètes du bassin versant de la STEP.

#### 2.4.4 Responsabilités concernant le système de commande à distance et de gestion

##### **Exploitant de STEP ou syndicat intercommunal :**

- si les volumes de stockage existants (BEP et canaux de stockage) ne sont pas encore vidangés de manière coordonnée, l'exploitant de STEP ou le syndicat intercommunal intègre l'action dans le plan d'action, procède à une estimation des coûts et intègre le projet dans la planification financière et le calendrier ;
- veille à ce que les unités de commande existantes<sup>26</sup> soient périodiquement contrôlées ou à ce qu'un système de commande à distance et de gestion soit évalué dans le cadre de la mise à jour du PGEE intercommunal.

##### **Propriétaire des installations d'assainissement :**

- veille au contrôle et à l'entretien réguliers et professionnels des installations d'assainissement commandées et s'assure du bon fonctionnement des dispositifs de mesure et des limiteurs de débit<sup>27</sup>.

##### **Autorité d'exécution (service cantonal) :**

- vérifie périodiquement s'il existe une gestion des bassins d'eaux pluviales et si les stratégies et principes à la base de la gestion sont encore à jour et ordonne les actions correspondantes en cas de besoin ;
- veille à ce que la vidange coordonnée des bassins d'eaux pluviales et à ce que l'implémentation ou la mise à jour du système de commande à distance et de gestion fasse partie du cahier des charges du PGEE lors de la mise à jour du PGEE intercommunal. Le débit  $Q_{\max, STEP}$  doit être alors pris en compte dans les réflexions (voir le paragraphe 2.3) ;
- veille à ce que les actions définies dans le cadre de la mise à jour du PGEE soient mises en œuvre dans les délais ;
- délivre les autorisations nécessaires pour la gestion des déversoirs d'orage (en particulier en cas d'adaptation des débits de régulation).

<sup>26</sup> Si des parties d'une gestion intégrée sont présentes, des optimisations de l'exploitation du système global peuvent ou doivent être envisagées à tout moment, même indépendamment de la mise à jour du PGEE (intercommunal).

<sup>27</sup> Le propriétaire peut également confier ces tâches à des tiers (par exemple au syndicat intercommunal, si celui-ci dispose du personnel qualifié).

## 2.5 Contrôles de fonctionnement des installations de déversement d'eaux mixtes

### 2.5.1 Situation initiale et objectif

En Suisse, la surveillance de la qualité des eaux est exercée par la Confédération et les cantons. La Confédération se concentre sur le relevé du niveau, du débit et de la température des cours d'eau et sur l'observation de la qualité des eaux de surface (NAWA). De nombreuses stations de mesure cantonales relèvent et publient divers paramètres chimiques, biologiques et physiques. Selon le canton et le site, le monitoring est effectué périodiquement ou dans le cadre de relevés individuels. Pour pouvoir tirer des conclusions sur le changement à long terme de la qualité des eaux, la régularité du monitoring effectué est déterminante. Les données existantes, y compris les valeurs historiques, sont accessibles librement (ou sur commande) via divers portails.

En ce qui concerne la gestion du système global, outre les données de la Confédération et des cantons relatives à la qualité et à la quantité des eaux, ce sont surtout les résultats des études hydrobiologiques, issues par exemple des PGEE (intercommunaux), qui sont intéressants, car ils documentent l'état du milieu récepteur en amont et en aval d'un déversement. Comme le module correspondant du PGEE n'est généralement révisé que tous les dix ans environ, les résultats des études hydrobiologiques ne sont généralement pas disponibles à intervalles réguliers et ne sont pas à jour.

C'est la raison pour laquelle le VSA préconise dans le module G de la directive VSA « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie » [3] que les analyses hydrobiologiques soient désormais réalisées à deux niveaux. Le niveau 1<sup>28</sup> est une analyse simple (appelée de manière générale « contrôle de fonctionnement » dans le module B de la directive).

Le contrôle de fonctionnement régulier des déversements d'eaux mixtes dans le milieu récepteur a surtout pour but d'identifier les lacunes et les dysfonctionnements manifestes des bassins d'eaux pluviales et des déversoirs d'orage qui affectent l'écologie des eaux. Il s'agit d'une mesure de protection des eaux peu coûteuse, car elle peut généralement être effectuée en même temps que le contrôle de fonctionnement normal des ouvrages de déversement par le personnel d'entretien<sup>29</sup>.



Figure 8 : Évaluation de l'état de l'exutoire sur le terrain sur la base de l'aspect général (photo de gauche) et relevé de l'aspect général via le menu déroulant dans l'outil de saisie mobile (photo de droite).

Source : AQUA & GAS No 1/2022.

<sup>28</sup> Pour information : Le niveau 1 fait également office d'étude préliminaire dans le cadre du traitement du PGEE, afin de déterminer si une analyse de niveau 2 est nécessaire. Le niveau 2 comprend alors les analyses détaillées de la qualité des eaux pour l'évaluation des exutoires, afin de déduire le besoin d'intervention sous l'angle de l'hydrobiologie et de prioriser les mesures nécessaires. Il sert en plus de contrôle minimal de l'efficacité des mesures mises en œuvre.

<sup>29</sup> Les contrôles de fonctionnement dans des étendues d'eau ou des grands cours d'eau ne peuvent souvent pas être effectués sans équipement de plongée. Il faut alors faire appel à un hydrobiologiste.

La procédure des contrôles de fonctionnement est décrite au chapitre 5 du module G de la directive « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie » (pages 43 à 46). Le module G peut être téléchargé gratuitement sur le site Internet du VSA à l'adresse suivante : <https://vsa.ch/fr/Médiathèque/gestion-des-eaux-urbaines-par-temps-de-pluie/>

Ces évaluations succinctes, réalisées à intervalles réguliers, de certains paramètres du module « Aspect général » du système modulaire gradué fourniront de précieuses informations qui pourront être utilisées pour la planification d'une gestion intégrée du système global.

Le VSA organise à l'attention du personnel d'entretien du réseau d'assainissement des communes et des STEP des formations et des cours régionaux sur la réalisation du contrôle de fonctionnement dans les eaux concernées.

### 2.5.2 Que faut-il faire ?

Les exploitants d'installations d'assainissement effectuent le contrôle de fonctionnement dans le cadre du contrôle d'exploitation en cas de déversements d'eaux mixtes dans les eaux. Le temps nécessaire est d'environ une demi-heure par exutoire et par contrôle (y compris l'inscription des résultats dans les procès-verbaux de relevé). L'étendue et la fréquence des contrôles de fonctionnement sont définies dans les prescriptions du module G. Si les résultats des contrôles de fonctionnement ne montrent aucun changement, la fréquence peut être réduite.

### 2.5.3 Quand faut-il exécuter la tâche ?

Dès que le personnel d'entretien du réseau d'assainissement des communes et des STEP a acquis les connaissances nécessaires, le contrôle de fonctionnement doit être effectué dans le cadre des contrôles d'exploitation des BEP et des DO.

### 2.5.4 Responsabilités concernant les contrôles de fonctionnement des installations de déversement d'eaux mixtes

#### **Exploitant de STEP ou syndicat intercommunal :**

- s'assure que des contrôles de fonctionnement sont effectués sur toutes les installations de déversement d'eaux mixtes concernées et veille à ce que les résultats soient rassemblés dans une base de données centrale.

#### **Propriétaire des installations d'assainissement :**

- s'assure que le personnel responsable de l'entretien du réseau d'assainissement dispose des connaissances techniques nécessaires pour pouvoir effectuer les contrôles de fonctionnement ;
- veille à ce que des contrôles de fonctionnement réguliers soient effectués sur toutes les installations de déversement d'eaux mixtes concernées.

#### **Autorité d'exécution (service cantonal) :**

- s'assure que les exigences relatives au monitoring des eaux sont connues de tous les propriétaires d'installations de déversement d'eaux mixtes et donne des directives concernant la fréquence des contrôles de fonctionnement.

## 2.6 Évaluation annuelle et reporting des données d'exploitation du système global

### 2.6.1 Situation initiale et objectif

« Wer misst, misst Mist » (« Celui qui mesure, mesure n'importe quoi »). Cette formule traduit le fait que la mesure et la collecte de données n'apportent aucune valeur ajoutée à elles seules. Les données doivent être régulièrement vérifiées afin de détecter tout dysfonctionnement ou erreur de mesure. Les données vérifiées et corrigées sont ensuite évaluées et analysées. Cela permet de faire ressortir des tendances ou de vérifier l'efficacité des actions.

C'est pourquoi le VSA définit des exigences minimales en matière d'évaluation des données d'exploitation afin d'évaluer au mieux la gestion du système global. Chaque année, ces données doivent être présentées dans un rapport de façon à être à la disposition des responsables de la région d'assainissement et des autorités de surveillance cantonales. Les données décrites ci-après doivent être rassemblées dans un « rapport annuel ». Celui-ci comprend à la fois une évaluation annuelle des données d'exploitation et un reporting pluriannuel de ces données afin de pouvoir identifier les tendances sur plusieurs années. Les données relatives aux précipitations sont également intégrées dans le rapport annuel.

Le VSA ne précise pas comment l'évaluation et le reporting des données d'exploitation doivent être effectués, mais fournit des représentations graphiques possibles (voir annexe 4).

### 2.6.2 Que faut-il faire ?

Au minimum, les données suivantes doivent être présentées dans le « rapport annuel » :

- **Caractéristiques de déversement annuelles des BEP et des DO** : parmi toutes les caractéristiques de déversement<sup>30</sup>, la durée de déversement doit être présentée au minimum pour chaque BEP. Il s'agit d'un paramètre indicatif connu et largement répandu pour évaluer le mode de fonctionnement des ouvrages de déversement. La comparaison de tous les BEP montre lesquels déversent particulièrement longtemps ou presque pas (utilisation inégale du volume de stockage). Associé à la base de dimensionnement et la sensibilité du milieu récepteur, ce paramètre indicatif renseigne sur le potentiel d'optimisation de l'exploitation des installations. Les temps de vidange des ouvrages de stockage fournissent également de précieuses indications sur les ouvrages critiques.  
→ voir une représentation possible à la figure Annexe 4\_1.
- **Comportement de remplissage et de déversement de tous les BEP, avec comparaison avec l'entrée de la STEP** : pour chaque BEP, les périodes où il est vide (par exemple en vert), partiellement rempli (par exemple en jaune) ou plein (par exemple en rouge) et celles où il déverse (violet) sont représentées sur toute l'année. La comparaison de tous les BEP indique visuellement une éventuelle utilisation inégale des volumes de stockage dans le temps. La comparaison avec l'entrée de la STEP indique les moments où les BEP déversent déjà, alors que la STEP n'est pas encore alimentée à  $Q_{\max \text{ STEP}}$ . L'exemple de l'évaluation d'épisodes pluvieux individuels doit en outre permettre de vérifier si l'ordre de vidange de tous les BEP est effectivement conforme aux règles définies pour la vidange des bassins.  
→ voir des représentations possibles aux figures Annexe 4\_2 et Annexe 4\_3.
- **Pourcentage d'épisodes pluvieux entièrement stockés par BEP** : le nombre de jours de pluie qui n'ont pas entraîné de déversement et le nombre de jours de pluie ayant donné lieu à un déversement sont représentés graphiquement.  
→ voir une représentation possible à la figure Annexe 4\_4.
- **Débit sortant maximal vers la STEP [l/s] pour chaque BEP** : les débits de régulation/restriction maximum doivent être comparés avec le débit correspondant selon le PGEE (intercommunal). Cela permet de vérifier que le comportement de déversement est conforme aux prescriptions optimisées dans le cadre du PGEE. Les écarts doivent être justifiés.  
→ voir une représentation possible à la figure Annexe 4\_5
- **Distribution des fréquences à l'entrée de la STEP** : la distribution des fréquences du débit entrant à haute résolution à la STEP renseigne sur la fréquence à laquelle la STEP est alimentée au débit  $Q_{\text{dim}}$ . (en comparaison avec le nombre d'heures de pluie) et sur la rigueur avec laquelle la limitation à  $Q_{\text{dim}}$  est respectée. Il est également possible de représenter à partir de quel  $Q_{\text{STEP}}$  des déversements se produisent dans le réseau d'assainissement (en portant l'accent sur le dernier BEP en amont de la

<sup>30</sup> Durée de déversement [h]  
Volume de déversement [ $\text{m}^3$ ]  
Volume spécifique de déversement [ $\text{m}^3/\text{ha}_{\text{réa.}}$ ]  
Nombre de jours de déversement [n]

STEP).

➡ voir une représentation possible à la figure Annexe 4\_6

Le rapport annuel doit présenter en outre les indicateurs (annuels) suivants dans un reporting pluriannuel, afin d'identifier des tendances ou d'examiner si on se rapproche ou non d'un objectif (par exemple, pourcentage d'eaux claires parasites  $\leq 30\%$ ) :

- **Pourcentage d'eaux claires parasites à la STEP [%]** : un pourcentage d'eaux claires parasites élevé a des conséquences négatives sur les volumes d'eaux mixtes déversées et sur la station d'épuration. Pour des raisons de protection des eaux, il doit être abaissé à un niveau supportable. C'est pourquoi le pourcentage d'eaux claires parasites doit être représenté dans un monitoring, par exemple sur les dix dernières années.  
➡ voir une représentation possible à la figure Annexe 4\_7
- **Précipitations annuelles [mm/a]** : les précipitations ont un impact significatif sur plusieurs autres indicateurs (par exemple installations de déversement d'eaux mixtes, quantité d'eaux claires parasites, etc.) C'est pourquoi les précipitations annuelles doivent être représentées dans un reporting sur la même période que le pourcentage d'eaux claires parasites.  
➡ voir une représentation possible à la figure Annexe 4\_7
- **Évolution des charges à la STEP** : la représentation sur plusieurs années montre si une tendance est observée pour les charges biochimiques à l'entrée du traitement biologique de la STEP. Le VSA recommande une évaluation séparée pour les jours de temps de pluie et de temps sec ainsi qu'une comparaison avec la valeur de dimensionnement de la STEP.  
➡ voir une représentation possible à la figure Annexe 4\_8
- **Nombre de dépassements des valeurs limites ou des conditions de déversement de la STEP** : la représentation, par exemple sur les dix dernières années, montre si une tendance à l'augmentation ou à la diminution des dépassements des conditions de déversement de la STEP est observée. Une évaluation séparée entre les jours de temps sec et les jours de temps de pluie est judicieuse.  
➡ voir une représentation possible à la figure Annexe 4\_9
- **Durée de déversement annuelle moyenne par BEP** : la représentation, par exemple sur les dix dernières années, montre (compte tenu des précipitations annuelles) si on observe une tendance en ce qui concerne la durée de déversement des BEP. Il est judicieux d'établir un lien avec les cours d'eau récepteurs.  
➡ voir une représentation possible à la figure Annexe 4\_10.
- **Nombre et résultats des contrôles de fonctionnement selon le niveau 1 dans les milieux récepteurs** : Le reporting du nombre et des résultats des contrôles de fonctionnement effectués sur plusieurs années fait apparaître d'éventuels changements.  
➡ voir une représentation possible à la figure Annexe 4\_11.

### 2.6.3 Quand faut-il exécuter la tâche ?

Les indicateurs qui sont déjà collectés doivent être évalués dès maintenant et présentés dans le « rapport annuel ».

Pour les indicateurs qui ne sont pas encore collectés, il convient de fixer avec l'autorité d'exécution la date à partir de laquelle ils doivent être fournis. La structure du « rapport annuel » doit cependant prendre en compte dès le départ le jeu d'indicateurs définitif.

#### 2.6.4 Responsabilités concernant l'évaluation et le reporting des données d'exploitation

**Exploitant de STEP ou syndicat intercommunal :**

- s'assure que toutes les données nécessaires à l'évaluation et au reporting des données d'exploitation sont disponibles sous la forme et dans le format correct.
- veille à ce que l'évaluation annuelle et la représentation graphique des données d'exploitation sous la forme d'un « rapport annuel » soient effectuées (voir exemple en annexe 4).

**Propriétaire des installations d'assainissement :**

- s'assure qu'il peut transmettre à tout moment les données nécessaires à l'évaluation et au reporting des données d'exploitation à l'exploitant de STEP / au syndicat intercommunal.

**Autorité d'exécution (service cantonal) :**

- demande le « rapport annuel » chaque année, vérifie les graphiques et les indicateurs et contrôle l'évolution des séries de reporting.

EXEMPLAIRE POUR CONSULTATION

## ANNEXE 1A :

# QUESTIONNAIRE POUR UNE PREMIERE EVALUA-TION AVEC PASST-CH

L'outil en ligne PASST-CH (<https://gire.ch/passt/>), mis à disposition par le VSA, permet une évaluation standardisée du potentiel de gestion du système global dans cinq catégories (voir figure A1).

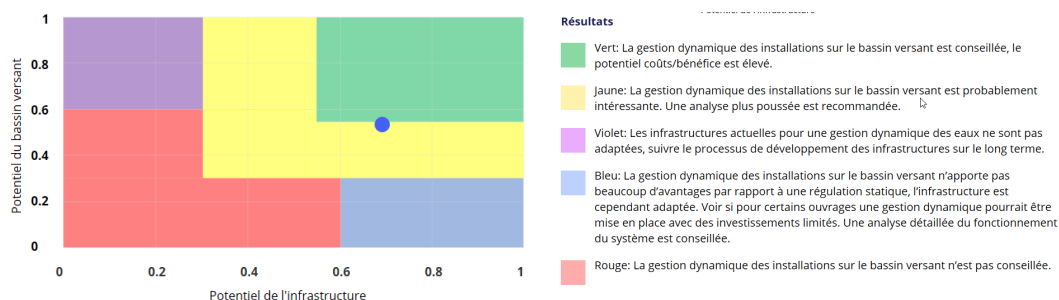


Figure 1A\_1: Résultat de l'évaluation selon PASST.CH (INKA, 2017) d'un bassin versant de STEP fictif.

Le classement du système global dans l'une des cinq zones permet de tirer les conclusions suivantes :

- Zone verte - Le potentiel de gestion intégrée du système global est élevé et facile à exploiter.
- Zone jaune - Le catalogue de critères ne permet pas de se prononcer, il existe probablement un potentiel de gestion intégrée. Une analyse plus poussée de l'aptitude du système global est nécessaire.
- Zone bleue - L'infrastructure du système d'assainissement est adaptée à une gestion dynamique. Les avantages pour l'ensemble du bassin versant sont toutefois limités.
- Zone violette - Les avantages dans le système global seraient élevés, mais les conditions techniques ne sont pas (encore) réunies. Il faudrait étudier si une gestion réduite d'un sous-bassin est judicieuse.
- Zone rouge - Le potentiel de gestion est faible. Une gestion du système global est coûteuse et n'a que des avantages limités. Une analyse plus poussée des avantages et une limitation aux principaux ouvrages devraient être envisagées.

Le classement et l'interprétation corrects du résultat de cette première évaluation simplifiée du système global sont essentiels.

En plus de ces questions selon l'outil en ligne, les questions suivantes, entre autres, peuvent également être considérées dans le cadre de l'analyse sommaire :

- *Activation d'un volume de stockage* : dans les collecteurs principaux ayant une grande section de profil et une faible pente, il est possible d'activer un volume de stockage supplémentaire par des cascades.
- *Maillage performant du réseau d'assainissement* : en cas de maillage du système d'assainissement avec des ouvrages de répartition internes, il est possible de répartir le débit sortant sur plusieurs collecteurs principaux de manière ciblée.
- *Volume de stockage absolu* : pour des bassins versants étendus ayant un volume de stockage élevé, une gestion dynamique apporte un meilleur rapport coûts-utilité, car une partie des coûts de la gestion n'est pas liée à la taille des installations, mais doit toujours être dépensée en tant que coûts fixes.
- *Construction de nouveaux BEP* : si le PGEE actuel prévoit plusieurs petits ouvrages de stockage, ceux-ci peuvent être en partie compensés par une gestion dynamique du système d'assainissement existant.

**Attention : les questions de l'outil en ligne sont une traduction allemand-français-allemand, dans laquelle quelques informations ont été perdues. Les questions étaient à l'origine formulées en allemand. Dans l'outil en ligne, les questions originales doivent à nouveau être utilisées et modifiées en Français.**

## ANNEXE 1B :

# ACTIONS POSSIBLES D'OPTIMISATION DU SYSTEME D'ASSAINISSEMENT EN EXPLOITATION

### Gestion dynamique

La réduction ou l'augmentation du débit de régulation a une influence déterminante sur le taux de charge moyen, la durée de déversement et le volume/la charge de déversement des ouvrages spéciaux. Si un ouvrage n'est pas encore doté d'un limiteur de débit à commande dynamique, il peut, dans la plupart des cas, être adapté sans investissements importants.

Les adaptations des débits de régulation ont des conséquences sur le remplissage et le déversement et doivent donc toujours être examinées avec le PGEE (intercommunal). La définition de débits de régulation minimaux et maximaux pour chaque ouvrage spécial permet de fixer les conditions-cadres des possibilités de régulation. Avec une régulation dynamique des débits, le système d'assainissement peut être géré en fonction de différents paramètres du système global. Les débits de régulation des ouvrages montés en série peuvent être coordonnés entre eux de manière ciblée. De plus, il est possible d'obtenir une utilisation uniforme et un meilleur taux d'utilisation de tous les volumes de stockage du système d'assainissement.

Le raccordement au système de contrôle des processus de la STEP permet d'adapter de manière ciblée l'exploitation du système d'assainissement à l'état de fonctionnement actuel de la STEP. Il est possible, par exemple, d'augmenter le débit entrant provenant de certains bassins versants en tenant compte des données de mesure météorologiques, afin de briser de manière ciblée les pics hydrauliques du système d'assainissement.

La réalisation d'une gestion dynamique sur un système global requiert des connaissances spécifiques. Souvent, une mise en œuvre échelonnée par bassin cible est plus judicieuse que la mise en œuvre d'un concept global, car elle permet de mieux identifier les interactions à l'intérieur du système global.

### Adaptation du mode de fonctionnement des BEP à la situation actuelle

Dans la pratique, la conception et le dimensionnement des BEP sont effectués selon différentes directives et reposent sur différentes hypothèses concernant le bassin versant. Selon que le bassin versant s'est développé ou non conformément à l'hypothèse de dimensionnement, des ouvrages peuvent être fortement sous-dimensionnés ou surdimensionnés. La déconnexion de surfaces raccordées jusqu'ici à la canalisation d'eaux mixtes peut entraîner la diminution à long terme de la part d'eaux pluviales dans la canalisation d'eaux mixtes malgré de nouvelles constructions. Pour qu'un BEP atteigne le rendement d'épuration souhaité, les débits maximaux d'entrée et de sortie doivent être adaptés à la situation actuelle (part du système séparatif, part de l'infiltration et de la rétention) du bassin versant. Outre le débit de régulation, le débit entrant maximal vers la zone de décantation doit également être vérifié et optimisé.

### Passage d'un BEP du mode décantation au mode rétention

En cas d'effet de premier flot marqué, il peut être avantageux de passer partiellement ou complètement un BEP en mode rétention. Ainsi, la fraction d'eaux mixtes plus fortement polluées au début d'un épisode pluvieux est retenue dans l'espace de stockage. Souvent, cela conduit également à optimiser la valeur de référence des émissions ou des immissions de l'ammonium, car en mode décantation les substances dissoutes sont emportées. Avant d'engager la transformation, il convient d'examiner de manière approfondie dans quelle mesure d'autres paramètres indicatifs tels que les MES, la DCO ou le phosphore total sont déterminants pour le déversement dans le milieu récepteur.

### Optimisation des propriétés de décantation des BEP

Si des paramètres indicatifs tels que les MES, la DCO ou le phosphore total sont déterminants dans le bassin cible, l'optimisation des propriétés de décantation des bassins d'eaux pluviales peut contribuer à réduire la pollution des eaux. L'optimisation et la stabilisation de l'entrée de la zone de décantation permettent de retenir davantage de particules dans le bassin.

### Agrandissement de la rétention des déchets solides

Pour améliorer le paramètre « Déchets solides » selon l'aspect général, les ouvrages de déversement peuvent être équipés d'un dispositif de rétention des déchets solides. Si une partie des BEP en est désormais équipée, la majorité des déversoirs d'orage fonctionne sans rétention des déchets solides. Outre les dégril-

leurs avec apport d'énergie extérieure, il existe également divers systèmes de dégrilleurs mécaniques auto-nettoyants, de décanteurs lamellaires simplifiés ou de parois plongeantes avec lesquels les déversoirs d'orage existants peuvent être équipés sans efforts substantiels. Du fait du raccordement électrique existant des BEP et si la place est suffisante, l'installation après-coup de dégrilleurs avec apport d'énergie extérieure ne pose pas de problème.

#### **Activation du volume de stockage disponible dans la canalisation**

Les entrées des ouvrages de déversement ont généralement un diamètre important. En rehaussant les lames déversantes sur les ouvrages de pré-déversement des BEP, il est par exemple possible d'utiliser des volumes de stockage de plusieurs dizaines de mètres cubes. Cet espace de stockage existant peut être activé sans efforts supplémentaires substantiels, dans le respect des prescriptions du PGEE (intercommunal) et en étudiant la situation hydraulique spécifique. Même elle n'apporte que peu d'améliorations pour des événements de déversement importants, cette action permet de stocker temporairement et entièrement des épisodes pluvieux supplémentaires et de les diriger vers la STEP. Dans le meilleur des cas, elle peut réduire le nombre d'événements de déversement.

#### **Optimisation du fonctionnement des stations de pompage**

Les stations de pompage qui évacuent des systèmes séparatifs peuvent être gérées de manière ciblée pendant les épisodes pluvieux de façon à ce que la part d'eaux fortement polluées ne parvienne pas dans le milieu récepteur via des ouvrages de déversement en aval. La régulation correspondante est facile à mettre en œuvre.

Réserve : par temps de pluie, on peut également s'attendre à des débits d'eaux pluviales plus élevés dans le réseau d'eaux usées. Il faut donc accorder suffisamment d'attention au volume de stockage nécessaire lors de l'optimisation de la station de pompage.

#### **Producteurs d'eaux usées ponctuels**

Outre les actions mentionnées ci-dessus, de nombreuses autres possibilités d'optimiser l'exploitation du système d'assainissement peuvent être réalisées dans le cadre d'une gestion intégrée du système global. On peut par exemple adapter un système de gestion en fonction de producteurs d'eaux usées importants ou dominants<sup>31</sup> de substances pouvant polluer les eaux dans le bassin versant en utilisant à dessein les bassins de stockage existants par temps de pluie et en les adaptant selon la régulation du système global. Il convient également de prendre en compte, dans la mesure où cela est pertinent, les sous-bassins versants dont la part de système séparatif est nettement plus élevée.

<sup>31</sup> Des producteurs d'eaux usées dominants sont, selon la recommandation VSA/ASIC "Systèmes de taxes et répartition des coûts pour les infrastructures d'assainissement", les entreprises dont les eaux usées représentent plus de 10% du débit d'entrée (QdimTS) de la STEP ou plus de 10% de la charge entrante de la STEP.

## ANNEXE 1C :

### ACTIONS POSSIBLES DANS LE MILIEU RE- CEPTEUR

Comme l'objectif d'une gestion intégrée du système global est de protéger au mieux le milieu récepteur contre les impacts négatifs du système d'assainissement et de la STEP, les actions requises doivent être engagées principalement dans le système d'assainissement et dans la STEP.

Si les conditions-cadres du système d'assainissement et de la STEP ne permettent pas d'améliorer la situation, certaines actions dans le milieu récepteur lui-même peuvent y contribuer.

#### **Adaptation de la construction des exutoires**

Lorsqu'un déversement dans le milieu récepteur provoque des affouillements importants ou un stress hydraulique et qu'il n'y a aucun moyen de réduire la quantité déversée, l'option consiste à optimiser l'exutoire par des mesures constructives ou d'atténuer son impact par des actions sur le cours d'eau (élargissement).

Un angle de déversement aussi idéal que possible et une consolidation locale du lit du cours d'eau permettent, par exemple, de réduire l'impact hydraulique. En cas de mobilisation du lit (stress hydraulique), il peut être judicieux d'élargir et de revitaliser le cours d'eau en amont et en aval de l'exutoire. Ainsi, l'élargissement et la friction plus importante qui en découle ralentissent suffisamment les vitesses d'écoulement pour que le déversement n'ait plus d'effet négatif. L'action de revitalisation du cours d'eau est directement liée à l'assainissement urbain. Comme par ailleurs il est possible de renoncer à la construction d'un volume de rétention supplémentaire, l'action dans le milieu récepteur peut être financée par les taxes d'assainissement.

#### **Revalorisation structurelle de tronçons de cours d'eau**

Pour améliorer l'autoépuration, il est possible de procéder à des revitalisations ciblées sur des tronçons de cours d'eau impactés en utilisant, par exemple, des éléments de revalorisation structurelle de tronçons. La procédure s'appuie sur le module S (vérification des mesures selon STORM) de la directive du VSA "Gestion des eaux urbaines par temps de pluie" [3].

Les actions dans le milieu récepteur doivent être coordonnées avec les services compétents et le financement doit être défini avec toutes les parties concernées.

## ANNEXE 2A :

### AJUSTEMENT DE $Q_{DIM}$ PAR TEMPS DE PLUIE

#### Dimensionnement et autorisation de déversement

Deux méthodes sont appliquées en Suisse pour déterminer la charge hydraulique maximale de la STEP : d'une part l'approche proposée par le VSA <sup>32</sup> et d'autre part l'approche de la DWA <sup>33</sup>. En plus des différents modèles de calcul, les caractéristiques du bassin versant ont une incidence sur le calcul du débit entrant maximal de la STEP  $Q_{dim}$ .

Différents facteurs d'influence jouent un rôle central pour le dimensionnement :

- la consommation d'eau potable dans le bassin versant, qui détermine la quantité d'eaux usées ;
- le pourcentage d'eaux claires parasites ;
- la part d'eaux pluviales pertinente pour le ruissellement (part d'eaux pluviales évacuée vers la STEP par temps de pluie dans le système unitaire ou dans le système séparatif par les surfaces imperméabilisées telles que les toits, les routes et les places) ;
- les différences de conditions entre le débit moyen de temps sec et le pic de temps sec, le facteur horaire du système d'assainissement et donc la variabilité du débit entrant de la STEP ;
- les évolutions dans le bassin versant (industrie et population) ;
- l'horizon de dimensionnement de l'installation en fonction de la durée de vie et de la durée de l'autorisation de déversement de la STEP ;
- les valeurs standardisées actuelles (par exemple, la consommation d'eau par habitant a progressivement diminué au cours des vingt dernières années).

Le débit maximal de temps de pluie  $Q_{max, STEP}$  correspond souvent au double de la pointe journalière de temps sec pour l'horizon de développement.

Dans la pratique actuelle, les points de vue de la STEP et du système d'assainissement sont souvent différents :

- Le **point de vue de la STEP** est tourné sur l'horizon de développement de l'installation (durée de vie de l'installation couplée à la condition de déversement). Il est basé sur l'évolution de la population jusqu'à l'horizon de développement défini ainsi que sur le pourcentage d'eaux claires parasites, y compris les possibilités de réduction du PGEE intercommunal et les adaptations des valeurs standardisées.
- Du **point de vue du système d'évacuation des eaux** et du PGEE intercommunal, le débit maximal  $Q_{max, STEP}$  est le débit maximal s'écoulant du bassin versant, sur la base du plan de zones avec la surface constructible maximale et les surfaces contribuant aux écoulements sans horizon de dimensionnement. Le débit de régulation vers la STEP est défini comme une valeur fixe.
- En raison de ces modes de calcul différents, le débit maximal  $Q_{max, STEP}$  selon le point de vue de la STEP est souvent inférieur au débit maximal  $Q_{max, STEP}$  selon le point de vue du système d'assainissement.

**Il est très important que toutes les personnes concernées connaissent les différences et qu'elles déterminent ensemble avec quel  $Q_{max}$  la STEP doit être alimentée par temps de pluie.**

<sup>32</sup> Selon le document du VSA « Définition et standardisation d'indicateurs pour l'assainissement. » de 2016, page 40, ou l'étude « Débit de dimensionnement et redondances de l'étape de traitement des micropolluants » (le chapitre 4.1 définit le débit de temps sec de référence comme base), on calcule la valeur moyenne à partir des quantiles à 20 % et à 50 % du débit de temps sec de référence.

<sup>33</sup> Dans la méthode selon l'ATV-DVWK-A 198, on détermine le minimum à partir des 10 jours précédents, des 10 jours suivants et du jour concerné lui-même. Ce jour est considéré comme un jour de temps sec si le débit entrant n'est pas supérieur de plus de 20 % à la valeur minimale.

## ANNEXE 2B :

# GESTION DYNAMIQUE DU DEBIT ENTRANT MAXIMAL DE LA STEP

### Situation initiale et objectif

Les STEP disposent le plus souvent de réserves internes fonction du procédé, du taux d'utilisation actuel de la STEP et des conditions saisonnières. L'objectif de la gestion dynamique du débit entrant maximal est l'utilisation optimale de ces réserves internes afin de pouvoir traiter la plus grande quantité possible d'eaux usées.

### Réserves internes

Les réserves internes sont des réserves de capacité qui ne sont pas utilisées dans le cadre de l'exploitation actuelle de la STEP. On distingue les réserves statiques (disponibles pendant plusieurs mois) et les réserves dynamiques (disponibles pendant plusieurs heures). Le tableau Annexe 2B\_1 présente les différents types de réserves internes pour une STEP avec le procédé de boues activées.

Catégorisation	Conditions-cadres	Application
<b>Réserves statiques (capacité)</b>	Capacité de traitement biologique supplémentaire, car les charges entrantes actuelles sont nettement inférieures aux charges de dimensionnement.	Augmentation de $Q_{\max, STEP}$ possible toute l'année
<b>Réserves statiques (saisonnières)</b>	Une température plus élevée et donc un déroulement plus rapide des processus bactériens/biologiques entraînent une augmentation de la capacité de traitement biologique du système pendant les mois chauds.	Augmentation de $Q_{\max, STEP}$ possible durant les mois d'été
<b>Réserves dynamiques (épuiement des réserves à court terme)</b>	Réserves spécifiques dans le décanteur secondaire (surnageant suffisant au-dessus du lit de boue, la recirculation des boues peut être activée rapidement) - nécessite des appareils de mesure, des simulations et un test de fonctionnement.	« Épuisement du processus » - augmentation de $Q_{\max, STEP}$ possible pendant quelques heures

**Tableau Annexe 2B\_1 :** Catégorisation des réserves, avec conditions-cadres et cas d'application pour des installations à boues activées conventionnelles.

Par exemple, le potentiel hydraulique de la STEP n'est parfois pas pleinement exploité du fait du dimensionnement à long terme (capacité prévue dans l'objectif de la future extension), des interactions complexes ou de l'exploitation courante.

### Conditions-cadres

Les conditions de déversement de la STEP doivent toujours être respectées. Selon l'OEaux, environ 9 échantillons sur 10 doivent respecter les valeurs limites, c'est-à-dire qu'un dépassement des valeurs limites est admissible pour 10% des échantillons.

L'utilisation des réserves internes nécessite une mesure correcte du débit, qui doit être vérifiée périodiquement. Outre une mesure de la capacité en litres par seconde ou une éventuelle mesure en parallèle des instruments, il faut accorder une attention particulière à la transmission des valeurs de mesure et à la relation Q-h correcte. L'enregistrement des débits entrants avec une haute résolution dans le système de contrôle des processus correspond à l'état de la technique.

### Détermination des réserves internes

Le niveau des réserves internes varie d'une STEP et doit être déterminé individuellement. Cela peut se faire à l'aide d'une analyse des goulots d'étranglement (annexe 2C). Un essai pilote accompagné d'une simulation est nécessaire pour déterminer les réserves internes en cas d'épuisement dynamique à court terme.

## ANNEXE 2C :

### ANALYSE DES GOULOTS D'ETRANGLEMENT

#### Introduction

L'objectif de l'analyse des goulots d'étranglement est de déterminer les réserves internes de la STEP. Elle doit être effectuée aussi bien pour le traitement biologique que pour la capacité hydraulique.

Les processus d'épuration d'une STEP sont soumis à des effets physiques, hydrauliques et biochimiques qui ont lieu dans les quatre étapes de traitement d'une STEP communale :

Catégorisation	Étape de traitement	Effet
Première étape (épuration mécanique)	Épuration mécanique pour la retenue des déchets grossiers	Hydraulique et physique
Deuxième étape (épuration biologique)	Épuration biologique destinée à éliminer les polluants dissous (substances organiques, azote, et parfois composés traces)	Hydraulique et biochimique
Troisième étape (épuration chimique) - intégrée à la deuxième étape	Épuration chimique destinée à éliminer le phosphore	Hydraulique et chimique
Quatrième étape (filtration et élimination des micropolluants)	Élimination plus poussée des matières en suspension (par exemple filtration sur sable) et / ou étape de traitement pour l'élimination des composés traces	Hydraulique et physique

Tableau Annexe 2C\_1 : Catégorisation des étapes de traitement de la STEP et des effets.

La deuxième étape constitue le cœur de l'épuration des eaux. Sans traitement biologique fonctionnel, les polluants dissous ne seront pas suffisamment éliminés et la sortie de la STEP ne pourra pas remplir les exigences légales. C'est pourquoi l'analyse des goulots d'étranglement du procédé biologique vient toujours en premier lieu. Si elle identifie des réserves pour une augmentation dynamique du débit, l'analyse de la capacité hydraulique des autres étages de traitement doit être effectuée par la suite.

#### Analyse des goulots d'étranglement - Procédés

##### Différences entre les procédés

Dans la pratique, différents procédés biologiques sont appliqués. Les procédés se distinguent par le mode de culture bactérienne (libre ou fixée), le nombre d'étapes du processus d'épuration biologique et le type de séparation des matières en suspension. Par conséquent, tous les procédés n'offrent pas la même flexibilité en ce qui concerne l'augmentation dynamique du débit entrant de la STEP. Le tableau de l'annexe 2C\_2 donne un aperçu du potentiel des différents procédés :

Procédé	Culture bactérienne / Nombre de réacteurs du processus d'épuration biologique	Potentiel / Limite pour une augmentation de la charge hydraulique maximale
Installation à boues activées conventionnelle	Boues activées - libre ; deux réacteurs (traitement biologique et décantation des boues dans le décanteur secondaire découplé)	Découplage du traitement biologique et du décanteur secondaire, d'où un potentiel élevé
SBR	Boues activées - libre ; étape biologique et décantation dans le même réacteur, différencié et contrôlé dans le temps.	Possibilité d'adapter la concentration des boues et les durées de cycle. Un passage rapide à des durées de cycle plus courtes entraîne une dégradation du rendement d'épuration (nitrification/dénitrification). Prédécantation et réservoir d'équilibre en aval comme limites hydrauliques si la ca-

		capacité du SBR est insuffisante. – Potentiel éventuel durant les mois d'été ou lorsque la charge de l'installation est faible.
<b>Lit fluidisé hybride</b>	Boues activées - libre et biofilm - fixe sur un support ; deux étapes (étape biologique et décantation des boues dans le décanteur secondaire découplé)	Découplage de l'étape biologique et du décanteur secondaire, d'où le potentiel est plutôt limité du fait de l'entraînement des éléments porteurs dans la partie nitrification et de la capacité hydraulique du filtre de rétention (risque de colmatage). Risque : les pics de charge sont difficiles à gérer. Lit fluidisé pur : moins bonne floculation de la post-précipitation
<b>Biofiltre</b>	Biofilm - fixe ; étape biologique et retenue des boues couplées dans le même réacteur.	Limité hydrauliquement. Le dimensionnement maximal est fixe - temps de contact défini. Absence de capacité tampon pour charge impulsionnelle. Sous-charge difficilement exploitable en raison de la limitation hydraulique.
<b>MBR (bioréacteur à membrane)</b>	Boues activées - libre ; étape biologique et séparation des boues (membranes) découplées.	Limité hydrauliquement par la surface de la membrane et la masse volumique de l'eau. Une augmentation n'est envisageable que si le volume au-dessus de la membrane est suffisant et éventuellement durant les mois d'été (meilleure perméabilité). Volume biologique inférieur en raison de la concentration de boue plus élevée -> capacité tampon réduite pour les charges impulsives

**Tableau Annexe 2C\_2** : Estimation du potentiel d'augmentation dynamique du débit entrant de STEP pour différents procédés

Comme la majorité (> 80%) des installations à boues activées en service en Suisse sont des installations conventionnelles, les considérations qui suivent se limitent à ce procédé en plaçant l'accent sur la filière de traitement des eaux. L'impact de l'augmentation dynamique du débit entrant de la STEP sur le traitement des boues et des gaz est en général négligeable.

#### Paramètres pertinents

Le processus d'épuration biologique dépend des **conditions environnementales** prédominantes ainsi que de différents paramètres :

- Température : efficacité de la biodégradation, masse volumique de l'eau, vitesse de réaction, solubilité de l'oxygène.
  - conflit d'objectifs : l'augmentation de la vitesse de réaction des actions biologiques avec la température combinée à la diminution de la solubilité de l'oxygène peut entraîner un déficit d'oxygène durant les mois d'été (en particulier dans les situations à la limite de charge).
- Salinité de l'eau - hiver : l'échange d'ions de NaCl avec Mg modifie la structure des boues.
- Mélange et temps de séjour - Contact entre les boues activées et les polluants
- État actuel du processus ;  $MS_{BA}$  et IB déterminent la capacité de charge des CN ; la masse des bactéries nitrifiantes est déterminée par la charge en  $NH_4$  des derniers jours.

En plus de ces conditions environnementales, des paramètres centraux et de l'état actuel du processus, le **taux de traitement actuel** de la STEP est déterminant pour savoir si les conditions de déversement exigées de la STEP peuvent être respectées avec une charge hydraulique supplémentaire.

#### Étapes de traitement critiques et facteurs de risque

Le tableau ci-dessous liste les étapes de traitement critiques pour les différents polluants, les facteurs de risque liés à l'augmentation dynamique du débit entrant de la STEP ainsi que les effets sur les valeurs de sortie.

Polluant	Étape de procédé critique	Facteur de risque lié à l'augmentation de la charge hydraulique maximale	Effet sur les valeurs de sortie
----------	---------------------------	--	---------------------------------

<b>Substances organiques (COD, DCO)</b>	Traitement biologique : boues suffisantes nécessaires à la dégradation Décanteur secondaire : décantation suffisante des boues.	Plus il y a de boues dans le bassin biologique, plus la capacité d'épuration biologique est élevée (diversité des bactéries, contact, mélange, temps de réaction). En raison de l'augmentation du débit d'alimentation en boues du décanteur secondaire, les matières non dissoutes peuvent éventuellement être entraînées en cas de choc hydraulique.	Augmentation du COD, éventuellement augmentation de la DCO dissoute et particulière/possibilité de dépassements.
<b>Azote (N<sub>tot</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, N<sub>2</sub>O )</b>	Traitement biologique : une quantité de boues suffisante et un âge des boues suffisant ainsi que la biomasse nitrifiante sont nécessaires pour la dégradation / équilibre entre dénitrification et nitrification nécessaire Décanteur secondaire : décantation suffisante des boues.	Idem ci-dessus ; la nitrification dépend davantage de la température que la dégradation des substances organiques ; grands réacteurs aérés nécessaires (SA 10d pour la nitrification contre SA 4d pour l'élimination de la DCO) - la constitution de la biomasse nitrifiante, qui s'est accumulée du fait de la charge en ammonium des jours précédents, est déterminante. Garantir un volume supplémentaire non aéré pour la dénitrification. Prendre des mesures de stabilisation concernant l'apport excessif d'O <sub>2</sub> en cas de pluie. En raison de la concentration plus faible de DCO facilement dégradable, il faut s'attendre à une réduction de la dénitrification - conflit d'objectifs !  Les connaissances les plus récentes montrent qu'une dégradation incomplète de l'azote peut conduire à la production de protoxyde d'azote, en particulier au printemps et en cas de mauvaise structure des boues (IB élevé).	Augmentation de NO <sub>2</sub> et NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ; dépassement possible ; formation de N <sub>2</sub> O possible dans la période de transition
<b>Phosphore (P<sub>tot</sub>)</b>	Décanteur secondaire : décantation suffisante des boues.	N'est pas suffisamment lié aux boues et au précipitant ; le dosage du précipitant peut être contrôlé en fonction de Q.	Augmentation du P dissous et du P particulaire/ possibilité de dépassement
<b>Matières en suspension (MES)</b>	Décanteur secondaire : décantation insuffisante des boues	Entraînement des boues dû à la décantation incomplète dans le décanteur secondaire en cas de charge hydraulique supplémentaire.	Augmentation des MES /possibilité de dépassements / une perte de boues trop importante peut entraîner des problèmes.
<b>Composés traces</b>	Les facteurs déterminants pour l'élimination des composés traces sont le mélange idéal, le temps de contact et le temps de réaction. Cela vaut pour les procédés au charbon actif en poudre ou en granulés et pour l'ozonation.  L'âge des boues est important dans le traitement biologique.	Limitation biochimique et hydraulique : agents d'épuration et/ou temps de contact insuffisants pour la charge introduite (charbon actif ou ozone). Détermination du rendement d'élimination plus difficile du fait du décalage temporel et du gradient de concentration négatif de l'entrée et de la sortie en cas de pluie et détection difficile à des concentrations basses. Rétention de charbon actif de >95% techniquement faisable, mais difficile à contrôler. Mesure : mesures online des MES et de la turbidité.	Rendement d'élimination insuffisant  Fuite de CAP trop élevée, libération d'ozone

**Tableau Annexe 2C\_3 :** Étapes de procédé critiques, goulots d'étranglement déterminants et paramètres critiques des substances pour ces goulots d'étranglement.

#### *Effet sur l'étape d'élimination des composés traces organiques*

La publication du VSA « Volume d'eaux usées à traiter et redondance des étapes de traitement des micro-polluants » recommande de faire passer l'ensemble de l'effluent de l'étape d'épuration biologique par

l'étape d'EMP (traitement du flux global). Des dérogations ne sont possibles que dans des cas justifiés avec une documentation claire.

### Analyse des goulots d'étranglement - Hydraulique

La capacité hydraulique le long de l'ensemble de la filière de traitement des eaux est déterminante pour l'augmentation de la charge hydraulique via le débit entrant de dimensionnement ( $Q_{dim.}$ ). L'augmentation du débit entrant de la STEP ne doit pas entraîner l'inondation d'une partie de l'installation, un refoulement non autorisé ou des déversements.

Tous les canaux, canalisations, déversoirs intermédiaires et postes de relevage ainsi que les étapes mécaniques et physiques doivent être contrôlés hydrauliquement selon des critères standardisés. Ce contrôle est effectué à l'aide des plans des ouvrages existants, mais aussi avec l'analyse des données d'exploitation (sur une période d'environ deux à quatre ans) et le profil en long hydraulique. En outre, le **dialogue avec l'exploitant** est un élément important pour envisager une augmentation du débit sur l'ensemble de l'installation. Cependant, seul un **essai pilote planifié en détail** peut confirmer que le débit peut être augmenté. Le tableau ci-dessous présente les effets et les risques pour chaque étape.

Étage de traitement	Étape	Effet	Risque
Canaux / canalisations	Installation complète, toutes les étapes	hydraulique	Inondation, déversement supplémentaire par refoulement
Déversoirs intermédiaires	Installation complète, toutes les étapes	hydraulique	Refoulement, inondation
Plage de mesure avant mesure du débit	Installation complète, toutes les étapes	hydraulique	Refoulement, inondation
Postes de relevage / pompes	Installation complète, toutes les étapes	hydraulique	Accumulation, refoulement, inondation
Piège à gravier/à pierres	1, mécanique	hydraulique	Plus de pierres et gravier avant le dégrilleur
Dégrilleur	1, mécanique	hydraulique	Refoulement, inondation, augmentation de vitesse du fait de l'agrégal et la réduction de la retenue de matière, dépôts lors de faibles débits
Dessableur-dégraisseur	1, mécanique	hydraulique	Refoulement, réduction de la séparation, plus de sable dans le système (abrasion plus élevée, sable dans la digestion), courts-circuits hydrauliques, augmentation du niveau d'eau, déversement de cloison siphonée
Décanteur primaire	1, mécanique	hydraulique	Temps de séjour plus court, réduction du temps de sédimentation, charge de surface plus élevée, courts-circuits hydrauliques, charge accrue du traitement biologique (MES, DCO, DBO <sub>5</sub> , P <sub>tot</sub> et N <sub>tot</sub> ), production de biogaz réduite
Goulottes de collecte des boues flottantes DP et DS	1, mécanique et 2, biologique	hydraulique	Refoulement, inondation, les boues flottantes ne peuvent plus être enlevées.
Bassin biologique	2, biologique	biochimique	Réduction du temps de séjour hydraulique, charges à traiter plus élevées, charges impulsives plus importantes, pourcentage d'oxygène plus élevé à l'entrée, risque de déroulement incomplet du processus, réduction de la température d'entrée.
Décanteur secondaire	2, biologique	hydraulique	Augmentation de l'entraînement des boues, réduction du temps de séjour, baisse du rendement de séparation des substances non dissoutes (MES, DCO, DBO <sub>5</sub> , P <sub>tot</sub> et N <sub>tot</sub> ), augmentation de la charge de surface, courts-circuits
Précipitation	3, chimique	hydraulique	Réduction du temps de mélange et de réaction, modification de la turbulence

Élimination des micropolluants	4, étape supplémentaire	hydraulique et biochimique	Réduction du temps de séjour hydraulique, du temps de contact et du rendement d'élimination, augmentation des concentrations de nitrites ou de COD entraînant une demande d'ozone accrue, augmentation de la teneur en ozone résiduel ou de l'infiltration des CAP, filtration au CAG : blocage, expansion du micro-lit flottant à CAG
Filtration au sable	4, étape supplémentaire	hydraulique	Refoulement, blocage, déversement

**Tableau Annexe 2C\_4 :** Étapes de procédé critiques, goulots d'étranglement déterminants et paramètres critiques des substances pour ces goulots d'étranglement.

Le potentiel de goulot d'étranglement augmente avec le débit  $Q$  en raison des pertes d'énergie  $H$  croissantes :

- les conduites de refoulement, les siphons, les ouvertures de vannes et les canaux fermés présentent un potentiel de goulot d'étranglement élevé ( $H \sim Q^2$ ).
- Les déversoirs de bassin et les canaux d'évacuation des boues ont un faible potentiel de goulot d'étranglement ( $H \sim Q^{2/3}$ ).
- Les déviations, répartitions, unions, canaux ouverts, venturi, postes de relevage, pompes, et dégrilleurs se situent entre les deux avec un potentiel de goulot d'étranglement moyen.

## ANNEXE 2D :

### CATALOGUE DE MESURES

#### Aperçu

Si les analyses des goulots d'étranglement pour le procédé et l'hydraulique montrent qu'il existe des réserves internes, une augmentation du débit entrant de la STEP est possible (voir tableau ci-dessous).

Catégorisation	Analyse des goulots d'étranglement	Réserves internes	Augmentation du débit
Première étape (épuration mécanique)	Hydraulique	Réserves de capacité	Possible toute l'année
Deuxième étape (épuration biologique)	Procédé et hydraulique	Saisonniers Réserves de capacité Dynamiques	Possible durant les mois d'été Toujours possible ou en fonction de l'état du processus Uniquement selon le modèle et la technique de mesure étendue
Troisième étape (épuration chimique) - intégrée à la deuxième étape	Procédé et hydraulique		Toujours, avec une capacité suffisante pour les pompes doseuses de précipitants
Quatrième étape (filtration et élimination des micro-polluants)	Procédé et hydraulique	Réserves de capacité	Toujours

Tableau Annexe 2D\_1 : Catégorisation des étapes de traitement de la STEP et mesures possibles.

#### Mesures pour les différents étages de traitement

Si nécessaire, en cas d'augmentation du débit, des mesures doivent être mises en œuvre pour chaque étage de traitement, afin de garantir la capacité hydraulique requise. Le tableau ci-dessous liste les solutions possibles pour augmenter la capacité à **chaque étage** :

Étage de traitement	Vérification	Solutions possibles pour augmenter la capacité
Canaux / canalisations	Capacité hydraulique	Éventuellement élargir - en cas de goulot d'étranglement / ou ouvrir pour des canaux couverts
Déversoirs intermédiaires	Capacité hydraulique	Éventuellement fermer
Plage de mesure avant mesure du débit	Capacité hydraulique	Éventuellement, adapter la construction
Postes de relevage / pompes	Capacité hydraulique	Utiliser le système au maximum, éventuellement agrandir l'installation et adapter la construction, prévoir un bypass
Piège à gravier/à pierres	Capacité de rétention / alluvions avant dégrilleur	Augmenter les intervalles de nettoyage
Dégrilleur	Largeur de canal, écartement des barreaux / charge	Augmenter l'intensité de nettoyage
Dessableur-dégraisseur	Temps de séjour (> 5min), charge superficielle (< 20 m/h)	Risque de dépôts de sable (aspirations plus fréquentes), garantir la redondance, adapter les racleurs aux nouveaux niveaux d'eau, optimiser la distribution,

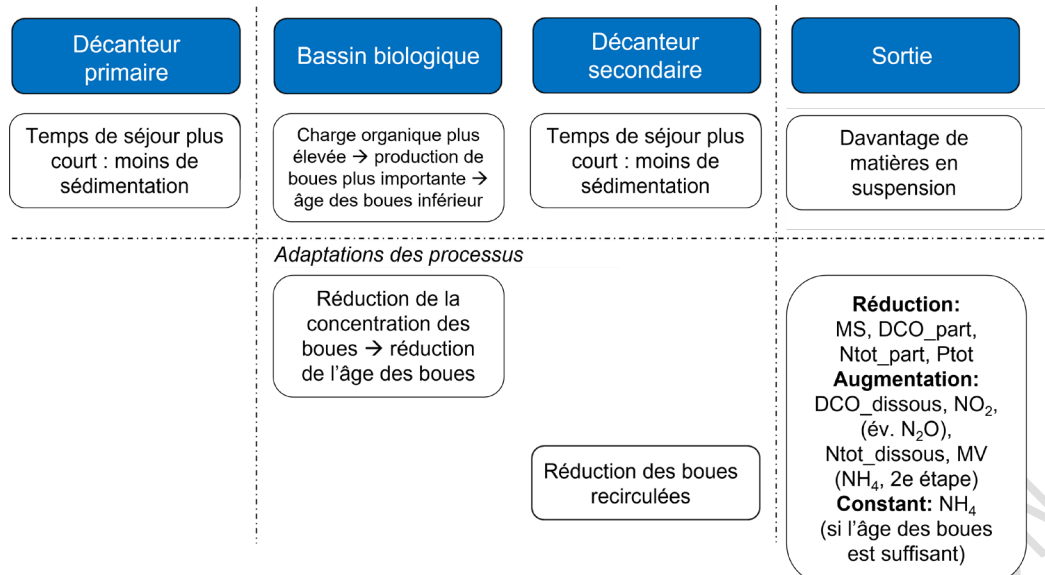
		monter des freins hydrauliques, éviter les dépôts lors du minimum nocturne
<b>Décanteur primaire</b>	Temps de séjour (> 30min à $Q_{TS}$ ou > 45min à $Q_{TS}$ - si boues en excès via DP) / charge superficielle 2,5-4 m/h (écoulement horizontal)	Charge organique accrue sur le traitement biologique - vérifier la pré-précipitation, éventuellement monter des lamelles, optimiser la distribution, monter des freins hydrauliques
<b>Goulottes de collecte des boues flottantes DP et DS</b>	Capacité hydraulique	Rendement de séparation insuffisant à court terme - des adaptations sont rarement possibles
<b>Bassin biologique</b>	Concentration des boues et âge des boues, capacité pour des charges impulsionsnelles (chocs d'ammonium)	Épuisement de la capacité biologique maximale - Limitation journalière, contrôle régulier de l'âge des boues, des valeurs $NH_4$ et $NO_2$ (éventuellement plus souvent que l'échantillon global sur 24 heures ; voire online) - Intensifier l'aération selon la situation, mais uniquement avec un volume de dénitrification suffisant en raison du problème du protoxyde d'azote.
<b>Décanteur secondaire</b>	Temps de séjour ou débit d'alimentation en boues (max. 500 à 650 l/m <sup>3</sup> /h) et charge superficielle (1,6 m/h (écoulement horizontal) ou 2 m/h (écoulement vertical))	Réduction de la concentration de boues dans le traitement biologique, optimisation de la distribution, montage de freins hydrauliques (par exemple, tôles de séparation) ou allongement des tronçons de tranquillisation - Analyse des données d'exploitation selon l'illustration ci-dessous et contrôle régulier des valeurs de MES (éventuellement plus souvent que l'échantillon global sur 24 h ; voire la turbidité online). Perforations supplémentaires dans les tuyaux de sortie immergés des décanteurs secondaires ; Mesure du niveau des boues Réduction du débit d'alimentation des boues du fait de la concentration plus faible dans le bassin biologique. Empêcher les courts-circuits hydrauliques. Empêcher l'entraînement des boues !
<b>Précipitation</b>	Respect du temps de mélange/ turbulence/ temps de séjour/ temps de sédimentation	Adapter le dosage en fonction de la situation
<b>Élimination des micropolluants</b>	Respect du temps de mélange/ turbulence/ temps de contact réduit	Traitement en flux partiel, épuisement des capacités maximales, prévoir un bypass. Déversement en amont de l'étape EMP uniquement si une autorisation cantonale a été obtenue.
<b>Filtration au sable</b>	Capacité hydraulique	Respect de la vitesse de filtration maximale. Augmenter le cycle de rétrolavage. Prévoir un trop-plein de sécurité et un bypass. - Contournement uniquement si $Q > Q_{dim}$ .

**Tableau Annexe 2D\_2** : Solutions possibles pour augmenter la capacité à chaque étage de traitement

**Attention** : Si une STEP est sensible aux chocs hydrauliques ou aux chocs de pollution, il peut être judicieux de n'augmenter que lentement et progressivement le débit d'alimentation de la STEP lors d'épisodes pluvieux. Ce point doit être pris en compte lors de la mise en œuvre des mesures.

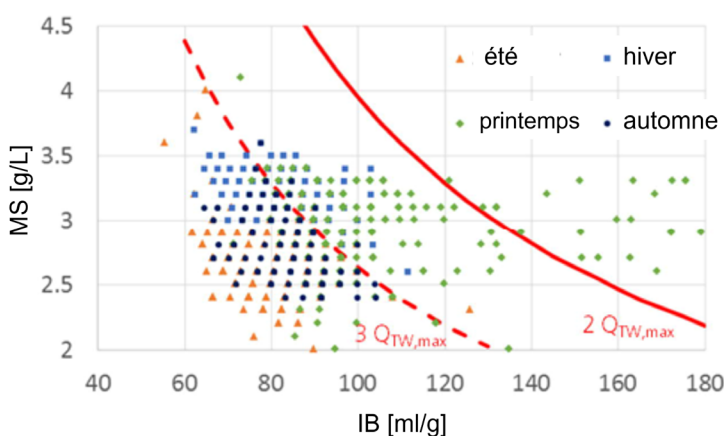
#### **Remarque : limitation technique du traitement biologique et du décanteur secondaire**

L'augmentation de la charge hydraulique sur le traitement biologique et le décanteur secondaire entraînera une augmentation des MES dans l'écoulement. Pour traiter cette problématique des matières en suspension, on réduit la concentration des boues. Cela réduit également le débit d'alimentation en boues. La concentration et l'âge des boues inférieures entraînent une baisse de l'activité et de la diversité microbiennes. Ainsi, selon l'âge des boues, moins de DCO, d'ammonium et de composés traces organiques sont dégradés. La figure ci-dessous illustre ces effets :



**Figure Annexe 2D\_1 :** Représentation des dépendances des étapes de processus dans un traitement biologique conventionnel.

Selon les normes de dimensionnement, l'indice de boues (IB) est déterminant pour le rendement de séparation dans le décanteur secondaire. L'expérience montre qu'il faut souvent revoir la conception des décanteurs et adapter le système aux conditions actuelles. Les bassins sont parfois généreusement dimensionnés et peuvent donc souvent dès aujourd'hui recevoir une charge supérieure à celle prévue par le dimensionnement standard, si la profondeur le permet. La figure ci-dessous montre une analyse possible des données d'exploitation, 2  $Q_{TS,max}$  correspondant au  $Q_{dim.}$  effectif. On observe clairement une saisonnalité de l'IB.



**Figure Annexe 2D\_2 :** Indice de boues (IB) vs. concentration de MS à différentes saisons selon les données d'exploitation (hiver : décembre - février, printemps : mars – mai, etc.). Le débit d'alimentation en boues admis selon le dimensionnement (500 l/m<sup>2</sup>/h) pour 2  $Q_{TS,max}$  et 3  $Q_{TS,max}$  est représenté en rouge.

Les résultats montrent une forte corrélation entre les valeurs de sortie des MES et la température. Les deux hypothèses formulées doivent encore être étayées (Source : « Optimierung der Abwasserbehandlung unter Einbezug von ARA und Netz » (Optimisation du traitement des eaux en tenant compte de la STEP et du réseau). Hunziker Betatech AG, juillet 2018) :

- Des flocons de boues activées plus fins en hiver entraînent une moins bonne sédimentation. Il est possible que les concentrations de sel élevées aient un effet négatif sur la structure des flocons.
- D'éventuels courants de densité peuvent entraîner une augmentation du lit de boues et des concentrations de MES plus élevées en sortie.

**Remarque : limitation technique de l'élimination des micropolluants (EMP)**

En raison du temps de contact des composés traces avec l'ozone ou le charbon actif adsorbant, l'élimination des composés traces est limitée hydrauliquement.

Les problèmes suivants peuvent survenir en cas d'augmentation de la charge hydraulique de l'étage d'EMP :

- Augmentation du dosage des agents d'épuration (charbon actif en poudre ou ozone/ remplacement du charbon actif en granulés).
- Détermination exacte du rendement d'élimination (entrée/sortie de STEP) impossible, car la concentration de composés traces à l'entrée diminue très rapidement en cas de pluie.
- Rétention du charbon actif (> 95% techniquement réalisable, compte tenu des imprécisions de mesure). Dans ce cas, le document de la plateforme Micropoll de juin 2019 recommande une surveillance par des mesures des MES et de la turbidité ainsi que par des mesures directes des pertes de CA.

### Traitement en flux partiel

L'exploitation d'un traitement en flux partiel est de plus en plus discutée en Allemagne. Dans le cadre de la présente directive, le VSA s'est penché sur cette question et a examiné les possibilités de contournement du traitement primaire ou du traitement biologique. Ces deux mesures sont considérées comme des interventions radicales dans la STEP qui peuvent représenter des risques.

Le **contournement partiel du décanteur primaire** vise à atténuer le pic de charge issu du décanteur primaire dans la biologie en cas d'épisode pluvieux. Cela implique des réserves hydrauliques correspondantes dans le décanteur secondaire ainsi que, dans l'idéal, des appareils de mesure étendus, par exemple une sonde d'ammonium à l'entrée, de sorte que le contournement partiel puisse être déclenché au bon moment. Dans les installations avec épaissement des boues excédentaires via le décanteur primaire, cela peut entraîner une moins bonne élimination du phosphore pendant une courte période.

En revanche, le **dessableur ne doit pas être contourné**, mais « temporairement surchargé ».

Le VSA déconseille le **contournement partiel du traitement biologique**. Cette mesure n'apporte qu'un effet minime et difficilement quantifiable (faible élimination du phosphore et de la DCO ainsi que des MES), contrebalancé par un risque accru de perte de boues par le décanteur secondaire en raison de la charge hydraulique plus importante.

### Utilisation des réserves saisonnières

Avec le procédé à boues activées (et de manière générale tous les procédés à biomasse en suspension), des réserves sont généralement disponibles durant les mois d'été en raison de l'activité biologique plus élevée due à la température, ce qui permet de raccourcir le temps de contact ou l'âge des boues. Une augmentation de la charge hydraulique peut donc être envisagée principalement durant les mois d'été. Une analyse individuelle est nécessaire dans toutes les stations d'épuration. Des analyses individuelles sont nécessaires pour tous les procédés autres que le procédé à boues activées conventionnel.

L'illustration ci-dessous montre la dépendance saisonnière de tous les effets décrits. Le  $\text{NO}_3$  peut dans certains cas être problématique toute l'année si l'on doit atteindre un taux d'élimination annuel.

Aperçu saisonnier de l'augmentation du débit maximal à la STEP (traitement biologique conventionnel - avec charges de dimensionnement)

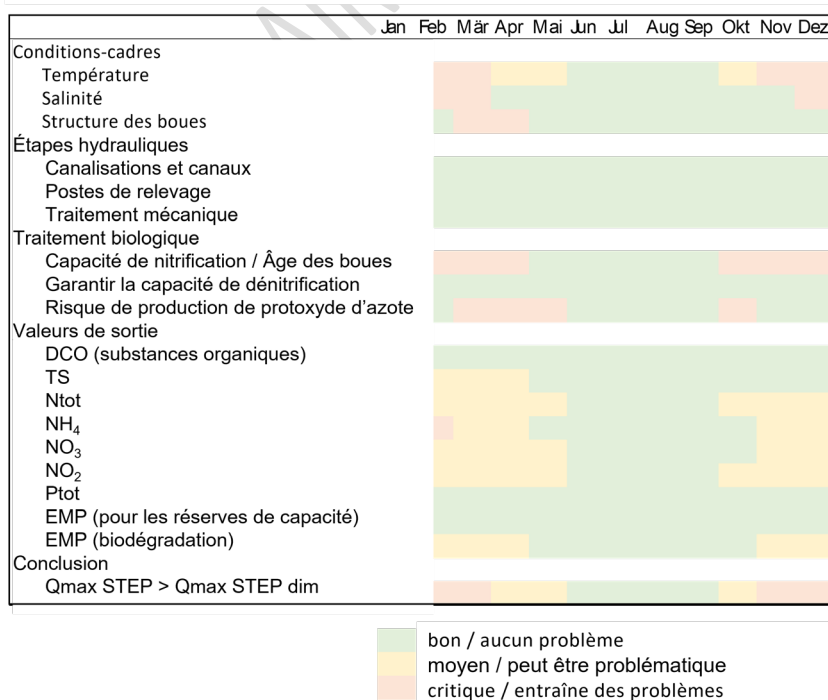


Figure Annexe 2D\_3 : Aperçu saisonnier de l'augmentation du débit maximal pour une STEP conventionnelle.

Si l'on souhaite augmenter  $Q_{\max., STEP}$  durant les mois d'été, l'installation doit être adaptée en conséquence. Cela nécessite dans un premier temps une **exploitation pilote** planifiée et accompagnée. L'exploitant doit avoir une connaissance détaillée du comportement de l'installation, car l'utilisation des réserves réduit la marge de sécurité en matière de respect des valeurs de sortie exigées par la loi. L'idéal est que l'exploitation pilote soit accompagnée par un spécialiste.

Deux conflits d'objectifs doivent être pris en compte :

- L'adoption de la motion relative à l'élimination de l'azote entraîne un nouveau conflit d'objectifs, car les réserves disponibles durant les mois d'été pourraient être utilisées pour augmenter l'élimination de l'azote.
- Un autre conflit d'objectifs est lié à la formation de protoxyde d'azote. Les résultats actuels de la recherche montrent qu'une nitrification stable et une dénitrification tout au long de l'année peuvent réduire les émissions de protoxyde d'azote. Une augmentation de la concentration de nitrites dans le bassin à boues activées ou dans l'effluent peut être le signe d'une production accrue de protoxyde d'azote. De plus, les émissions de protoxyde d'azote se produisent surtout pendant la période de transition (mars/avril).

Compte tenu de ces conflits d'objectifs, l'optimisation doit être réalisée selon la situation, en fonction de la STEP et du milieu récepteur.

#### Utilisation des réserves à court terme

Une gestion dynamique de l'installation et une augmentation momentanée de la quantité d'eaux usées à traiter peuvent entraîner une augmentation des valeurs de MES ou d'ammonium. Afin de raccourcir le temps de réaction et de contrôler le processus, il est conseillé de mesurer online la concentration d'ammonium entrante et sortante ainsi que la turbidité sortante. Une analyse (online) plus poussée des nitrites ainsi que des déterminations plus fréquentes de la structure des floes de boue sont également utiles pour une exploitation dynamique optimisée. L'extension de la STEP avec des appareils de mesure est judicieuse pour la gestion dynamique. Les temps de réaction doivent être raccourcis pour ce mode d'exploitation. Les réactions des différents étages de traitement à une augmentation momentanée de la charge hydraulique (pics dynamiques de quelques heures au début d'un épisode pluvieux) peuvent être partiellement estimées dans un modèle et dans le cadre d'essais pilotes. À titre d'aide, le document de la DWA T3/2016 [10] décrit page 27 un concept de régulation.

#### Modélisation et simulation

Seule une simulation permet de dire avec certitude si la charge hydraulique de la STEP peut être augmentée par le biais du débit entrant de dimensionnement ( $Q_{\dim.}$ ). Des premières considérations statiques permettent d'étudier grossièrement la faisabilité. Pour les états dynamiques tels que les transitions du temps sec au temps de pluie, une simulation dynamique est nécessaire en raison des différentes dépendances à l'égard de plusieurs facteurs de processus. La modélisation la plus représentative est celle du traitement biologique conventionnel (ammonium). Toutes les autres étapes et types de traitement ne peuvent pas encore être modélisés de manière représentative. La simulation fournit des résultats fiables pour l'exploitation test.

#### Implication de l'exploitation

Les mesures doivent toujours être planifiées et mises en œuvre en accord avec l'exploitant.

#### Facteur de risque lié au protoxyde d'azote

Le projet de recherche mené à l'Eawag de Wenzel Gruber, sous la direction d'Adriano Joss (jusqu'à fin 2021), montre qu'un bon équilibre entre la nitrification et la dénitrification peut réduire les émissions de protoxyde d'azote. Une augmentation de la concentration de nitrites dans le bassin à boues activées ou dans l'effluent peut être le signe d'une production accrue de protoxyde d'azote. Selon « N<sub>2</sub>O-emissions in full-scale WWTP », Gruber @all 2019, les émissions de protoxyde d'azote se produisent surtout pendant la période de transition (mars/avril). On suppose que pendant cette période, les NOB (nitrobactéries) sont entraînées. Il peut se passer deux à trois mois avant qu'elles ne soient à nouveau suffisamment développées.

Les émissions de protoxyde d'azote se produisent principalement par temps sec, mais des émissions plus élevées ont également été détectées après des jours de pluie. Cela peut éventuellement être également dû au développement des nitrobactéries.

Sur la base de ces résultats, il est possible de réduire la concentration de boues et l'âge des boues durant les mois d'été afin de soumettre la STEP à une charge hydraulique plus importante. Au début de la phase

où la charge hydraulique est plus élevée, il faut toutefois s'assurer que les concentrations de nitrites sont faibles et que le volume de dénitrification et le substrat organique disponibles sont suffisants.

Des mesures supplémentaires des nitrites et une bonne surveillance de la STEP, y compris la biomasse (structure des boues), sont nécessaires en cas d'augmentation de la charge hydraulique. L'important est que l'augmentation saisonnière de la charge saisonnière de la STEP ne soit pas trop longue et que celle-ci n'aborde pas l'hiver avec trop peu de réserves.

Selon la tendance, environ 0,3 à 2 % de l'azote apporté est transformé en protoxyde d'azote. Cependant, il ne faut pas considérer la totalité de la charge annuelle, mais uniquement celle apportée pendant la période de transition. De plus, la production de protoxyde d'azote dépend fortement du processus. D'après un exemple de modèle d'une STEP de 30 000 EH et un déversement d'environ 500 kgTKN/a à la STEP et environ 180 kgTKN/a provenant du réseau, la gestion dynamique permet d'amener environ 50 kg d'ammonium supplémentaires par an vers la STEP. Dans l'hypothèse du potentiel de formation de  $N_2O$  indiqué ci-dessus, cela correspond à une valeur comprise entre 0,16 et 1,06 kg $N_2O$ /a, soit 42 à 280 kg éq  $CO_2$ /a. Si 0,1% de protoxyde d'azote était formé pendant 3 mois à partir de la charge totale apportée, cela conduirait à 30 kg $N_2O$ /a ou 8 t<sub>éq  $CO_2$</sub> /a supplémentaires. D'autres résultats de recherche et davantage d'exemples de modèles sont toutefois nécessaires pour pouvoir tirer des conclusions plus précises. Il est important de noter que 0,5 % de l'azote directement transféré dans les eaux de surface est également transformé en protoxyde d'azote (facteur d'émission de 0,005 kg  $N_2O$ /Nkg publié selon les lignes directrices du GIEC 2016). En raison de la grande importance du  $N_2O$  pour le climat, les effets des émissions de protoxyde d'azote doivent être appréciés en conséquence dans le cadre de la gestion intégrée du système réseau-STEP-milieu récepteur.

## ANNEXE 3 :

# BONNES PRATIQUES DE COLLECTE ET D’EVALUATION DES DONNEES DE MESURE

Des données de mesure fiables des précipitations et du ruissellement sont nécessaires pour la vérification des résultats de calcul fournis par les modèles de réseaux d’assainissement. Les analyses actuelles montrent par exemple que les ouvrages spéciaux ne fonctionnent pas toujours comme prévu (*Brombach et al., 2013 ; Dittmer, 2014 ; Hoppe et al., 2016 ; LANUV, 2018 ; REF\_Manny*) et que les ruissellements modélisés sont souvent nettement surestimés (*Baumann et al., 2017 ; Dittmer et al., 2018*). De telles évaluations ne sont toutefois possibles que si les appareils de mesure fonctionnent et si les données de mesure produites en continu sont vérifiées rapidement, corrigées si nécessaire, évaluées régulièrement et archivées de manière claire.

### Gestion des données de mesure

#### Système de gestion des données de mesure

Un système de gestion des données de mesure (MDMS) est recommandé pour le traitement et l’archivage de l’ensemble des données [6]. Celui-ci ne sert pas uniquement à l’enregistrement continu et durable des données, mais il offre, par rapport aux systèmes de contrôle des processus, des fonctions avancées de correction, de mise en forme et d’évaluation, ainsi que d’échange de données de mesures et de métadonnées.

Le document DWA M151 décrit sept fonctions de base d’un MDMS : i) importation, ii) vérification des données (manuelle et automatique), iii) correction des données, iv) évaluation, v) documentation, vi) exportation, vii) archivage et fonctionnalités avancées d’analyse des données pluviométriques (statistique des valeurs extrêmes, création de séries annuelles et partielles, etc.), et des données hydrométriques (statistiques des crues et des étiages, comparaison automatique des grandeurs mesurées avec des paramètres statistiques, gestion des métadonnées et des protocoles de conversion ou d’étalonnage, etc.). Un MDMS va donc au-delà des fonctions d’un système de contrôle des processus typique ou d’un tableur et nécessite des solutions spécifiques de base de données ou logicielles [6].

Comme les données de mesure sont de plus en plus perçues comme une ressource précieuse dans le cadre de la numérisation, l’assurance qualité requiert également des adaptations organisationnelles (selon la taille de l’entreprise). Les exploitants de réseaux d’assainissement doivent considérer la gestion des données de mesure comme un processus métier et familiariser au moins deux personnes avec l’administration, la maintenance et l’utilisation du MDMS [6].

#### Enregistrement univoque du niveau d’eau des bassins avec horodatage

Chaque valeur de mesure enregistrée du niveau d’eau dans les bassins nécessite un « horodatage », c’est-à-dire que l’heure exacte de la mesure doit également être enregistrée de manière appropriée. [5]

#### Enregistrement des données brutes

Les données de mesure obtenues se présentent d’abord sous forme d’hydrogramme du niveau d’eau des bassins. Il est fortement recommandé d’enregistrer cet hydrogramme sous la forme d’un jeu de données brutes et pas seulement les données déjà traitées (par exemple uniquement les événements de déversement déterminés). Si, par exemple, seuls le début et la fin des événements de déversement sont enregistrés, mais que l’hydrogramme de base n’est plus disponible, un contrôle de plausibilité de la mesure n’est plus possible et on ne peut plus non plus vérifier si les événements de déversement ont été correctement détectés. Les données brutes doivent rester disponibles sur le long terme [5]. Ce point est important dans l’optique du reporting pluriannuel qui dégage les tendances.

#### Archives de données

Toutes les données collectées doivent être sauvegardées régulièrement afin qu’elles soient en sécurité en cas de panne ou de défaut du logiciel utilisé. Cela passe par la création d’archives de données. La lisibilité des archives de données doit être régulièrement vérifiée. Il faut par ailleurs prendre en compte que les supports de données numériques subissent des processus de vieillissement et qu’ils sont souvent supplantés par de nouvelles technologies. L’enregistrement des données doit donc, si nécessaire, être adapté aux nouvelles technologies de stockage afin que les données restent lisibles [4]

### Dispositifs de mesure

## Mesure de niveau d'eau

Sondes à immersion, sondes à ultrasons ou sondes radar.

En cas d'utilisation d'appareils de mesure sans contact (ultrasons/radar), la hauteur d'installation est essentielle. L'appareil ne doit pas être placé trop bas pour que la saisie du comportement de déversement puisse être garantie. Le lieu de mesure doit en outre être facilement accessible pour maintenance [4]. Pour plus de détails sur les principes de mesure et les appareils de mesure, voir [9].

En ce qui concerne la vérification des appareils de mesure, différentes directives recommandent de contrôler et étalonner régulièrement, au moins une fois par an, par exemple les dispositifs de mesure et de réglage des canalisations et des ouvrages spéciaux [8].

## Système de contrôle des processus

Un système de contrôle des processus est nécessaire pour collecter et enregistrer les données. Les données relatives à l'activité de mise en charge et de déversement permettent finalement de représenter des visualisations (hydrogrammes) ou de publier les données sous forme de rapport (procès-verbal). Lors du choix d'un système de contrôle des processus, on fera appel aux fabricants présents sur le marché. [4]

## Collecte des données de mesure et précision de mesure

### Évaluation des événements de déversement

La collecte des données de mesure est commandée par les événements et/ou programmée. Pour que les événements de déversement de courte durée soient également enregistrés, un intervalle d'une ou de deux minutes au maximum est recommandé. Si l'intervalle entre les données est trop élevé, l'enregistrement des déversements fournit des résultats erronés. [4] [5] [7]

La durée des événements de déversement (en heures par an) correspond à la durée cumulée pendant la période de mesure. La fréquence (en jours par an) est le nombre de jours civils au cours desquels cet événement a eu lieu au moins une fois. Si un événement de déversement dure au-delà de minuit, les deux jours sont ajoutés [7]

### Remarque concernant les systèmes de mesure et de transmission de données à batterie ou à piles

L'inconvénient de ces systèmes est que les appareils de mesure raccordés (par exemple mesure de niveau d'eau) ne peuvent être utilisés que par intermittence. Le réglage de l'intervalle de temps pendant lequel les mesures sont effectivement effectuées est donc extrêmement important. L'intervalle devrait être de 5 à 10 minutes au maximum et, à partir d'un niveau d'eau limite à définir, l'intervalle d'enregistrement devrait être porté à 1 minute (contrôle d'événement). Les valeurs de mesure enregistrées localement doivent être transférées 1:1 avec horodatage dans le système de contrôle des processus. [4]

### Test de fonctionnement

Après une mise à niveau ou la nouvelle installation d'appareils/dispositifs de mesure, il est fortement recommandé de vérifier rapidement les données de mesure par une analyse des hydrogrammes (et un contrôle de plausibilité). Ainsi, les intervalles de mesure pourront être adaptés immédiatement si nécessaire.

## ANNEXE 4A :

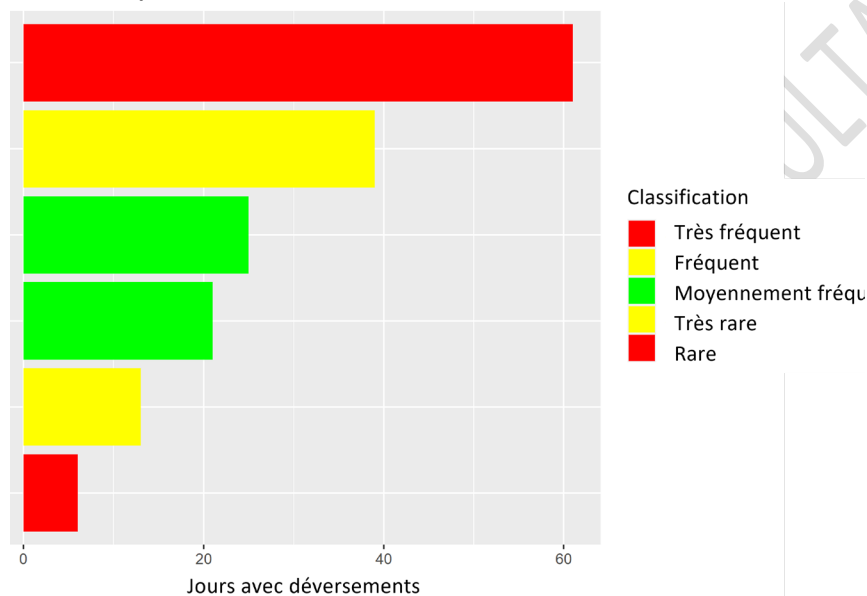
# ÉVALUATION ET REPORTING DES DONNEES D'EXPLOITATION

## Évaluations annuelles

Remarque préalable : l'annexe 4 sera encore "uniformisée" pendant la consultation (idéalement avec une association d'épuration qui peut fournir la majeure partie des données requises).

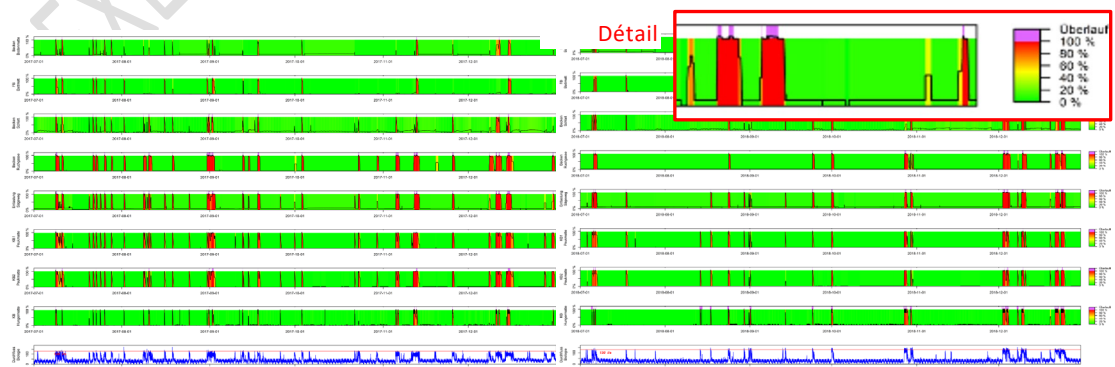
**Attention** : une analyse et une validation des données de mesure sont indispensables avant toute évaluation.

### Caractéristiques de déversement annuelles des BEP



**Figure Annexe 4\_1** : Représentation possible de la durée de déversement moyenne de tous les bassins d'eaux pluviales d'un bassin versant.

### Comportement de remplissage et de déversement de tous les BEP, avec comparaison avec l'entrée de la STEP

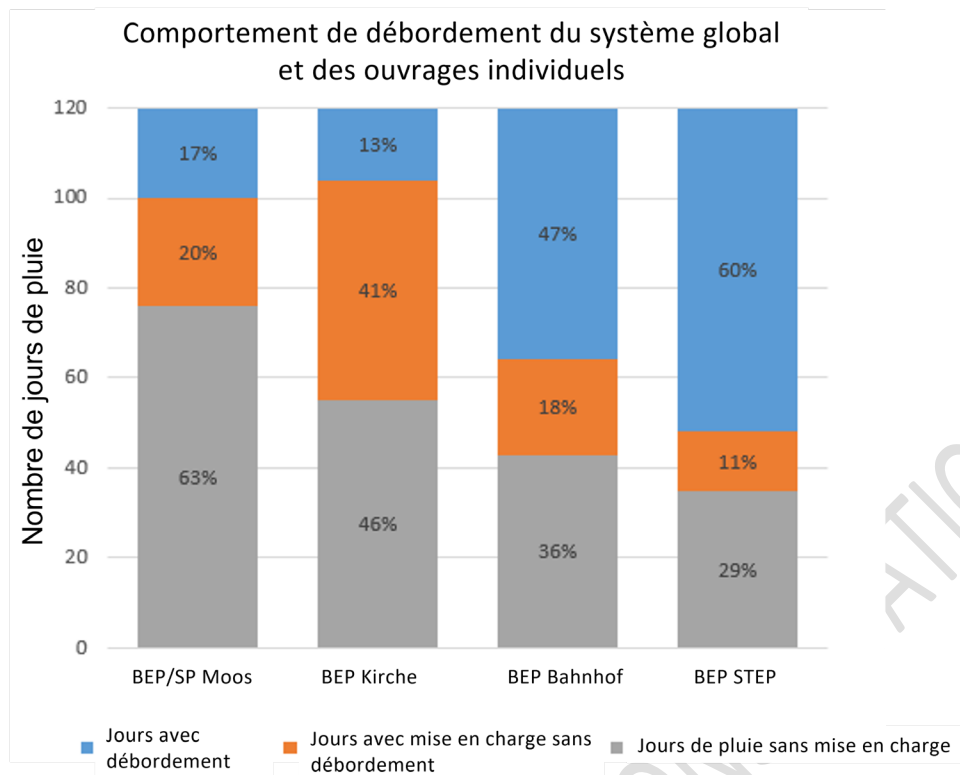


**Figure Annexe 4\_2** : Représentation possible du comportement de remplissage et de déversement de tous les BEP, avec comparaison avec l'entrée de la STEP de la durée moyenne de déversement. Signification de l'échelle de couleurs (voir détail en haut à droite) : vert = bassin vide ; jaune/orange = bassin partiellement en charge ; rouge = bassin entièrement en charge ; violet = déversement).

La courbe bleue en bas représente l'entrée de la STEP et la ligne rouge indique  $Q_{dim}$ .

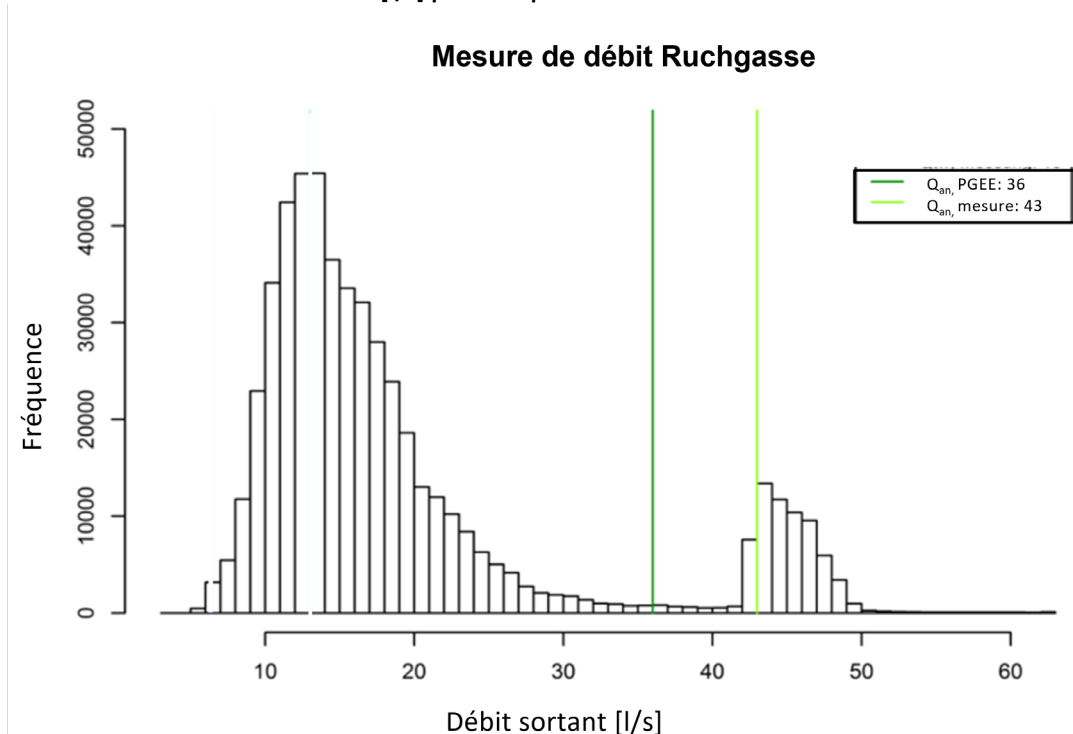


# Pourcentage d'épisodes pluvieux entièrement stockés par BEP



**Figure Annexe 4\_4 :** Représentation possible du nombre de jours avec mise en charge (sans déversement) ou du nombre de jours avec déversement par rapport au nombre total de jours de pluie de l'année de référence.

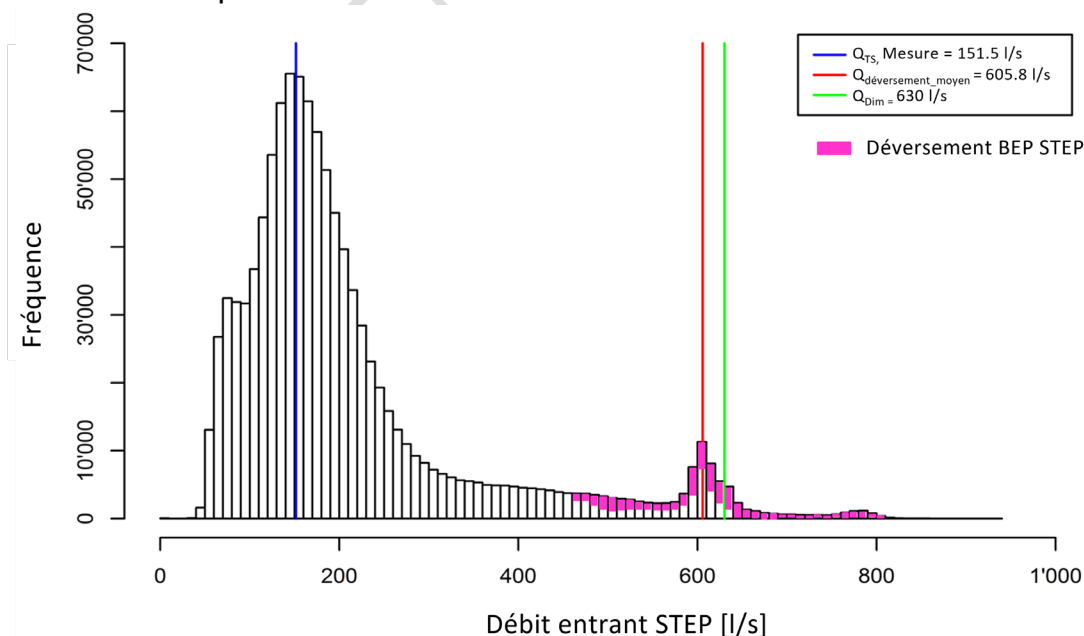
#### Débit sortant maximal vers la STEP [l/s] pour chaque BEP



**Figure Annexe 4\_5 :** Représentation possible des débits sortants d'un BEP vers la STEP. On peut observer ce qui suit :

- Les jours de temps sec dominant (partie gauche du graphique).
- Le BEP ne se déclenche pas au débit de régulation selon le PGEE (ligne verte), mais seulement à partir d'un débit  $\geq 43$  l/s.
- La sélectivité du limiteur de débit est moyenne (les valeurs de  $Q_{an}$  se situent entre 43 l/s et 51 l/s selon les mesures).

#### Distribution des fréquences à l'entrée de la STEP

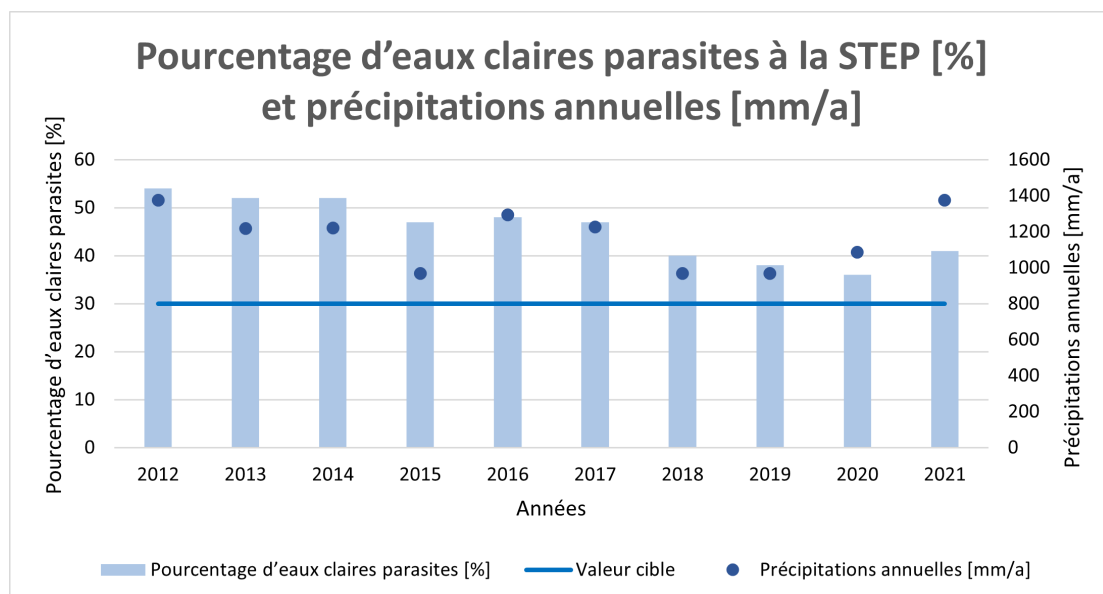


**Figure Annexe 4\_6 :** Représentation possible de la distribution des fréquences à l'entrée de la STEP. La ligne bleue indique le débit de temps sec moyen, la ligne rouge le débit entrant moyen par temps de pluie et la ligne verte  $Q_{dim}$ . Les débits d'entrée auxquels le BEP de la STEP se déverse sont représentés en violet. La fourchette reflète la sélectivité du limiteur de débit. Dans l'exemple ci-dessus, elle est relativement faible, car l'ouvrage se déclenche déjà à partir d'un débit entrant de 470 l/s (pour un  $Q_{dim}$  de 630 l/s).

## Reporting pluriannuel

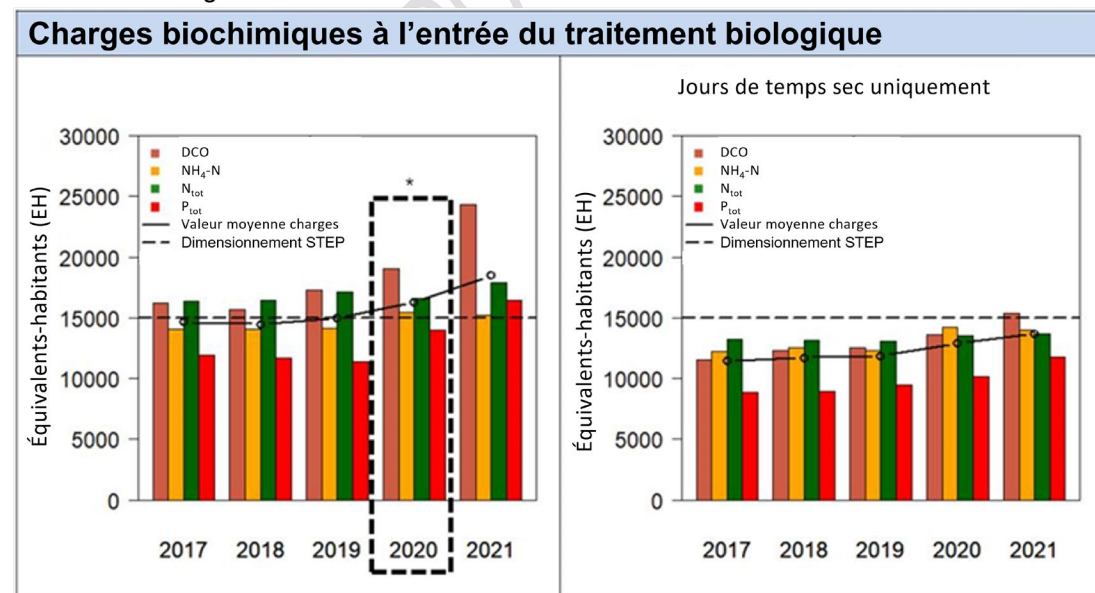
**Pourcentage d'eaux claires parasites à la STEP [%] et précipitations annuelles [mm/a]**

Recommandation VSA pour le calcul des eaux claires parasites → cf. Annexe 4B



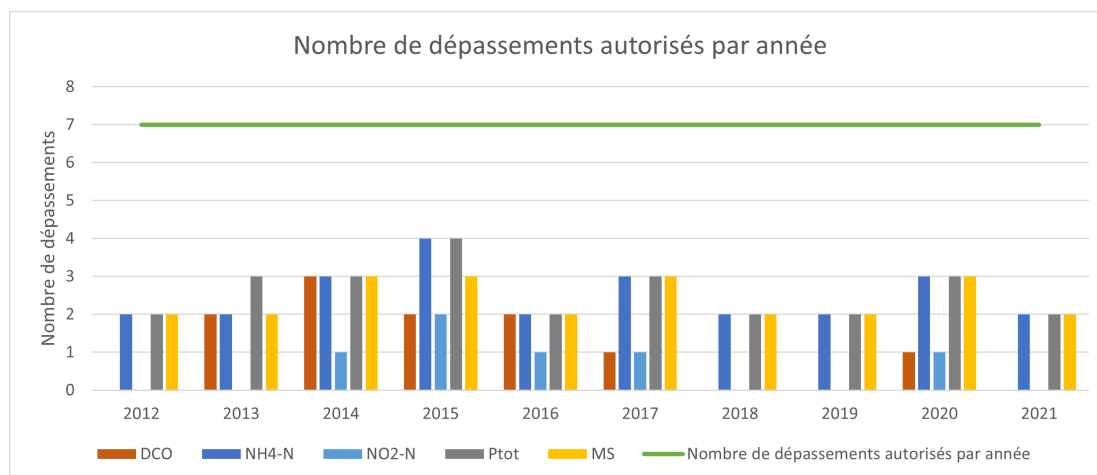
**Figure Annexe 4\_7 :** Représentation possible du pourcentage d'eaux claires parasites à la STEP. On observe d'une part une tendance à long terme vers la valeur cible et d'autre part une corrélation entre les précipitations et le pourcentage d'eaux claires parasites (les années de fortes précipitations, le pourcentage d'ECP augmente à nouveau).

### Évolution des charges à la STEP



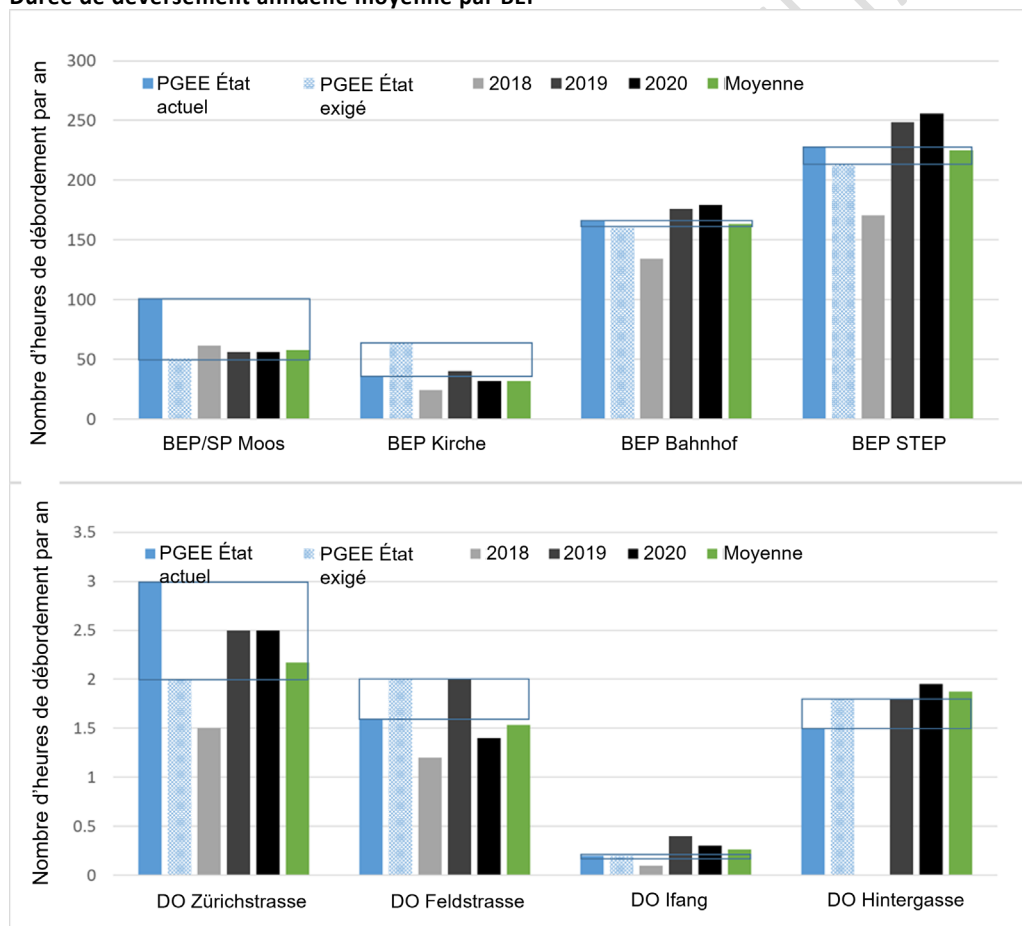
**Figure Annexe 4\_8 :** Représentation possible des charges biochimiques à l'entrée du traitement biologique de la STEP (à gauche tous les jours, à droite uniquement les jours de temps sec) et comparaison avec le dimensionnement de la STEP pour la DCO (ligne pointillée). On observe que les charges entrantes par temps de pluie sont nettement plus élevées que par temps sec et que la valeur moyenne des charges dépasse le dimensionnement de la STEP depuis 2020.

## Nombre de dépassements des conditions de déversement de la STEP :



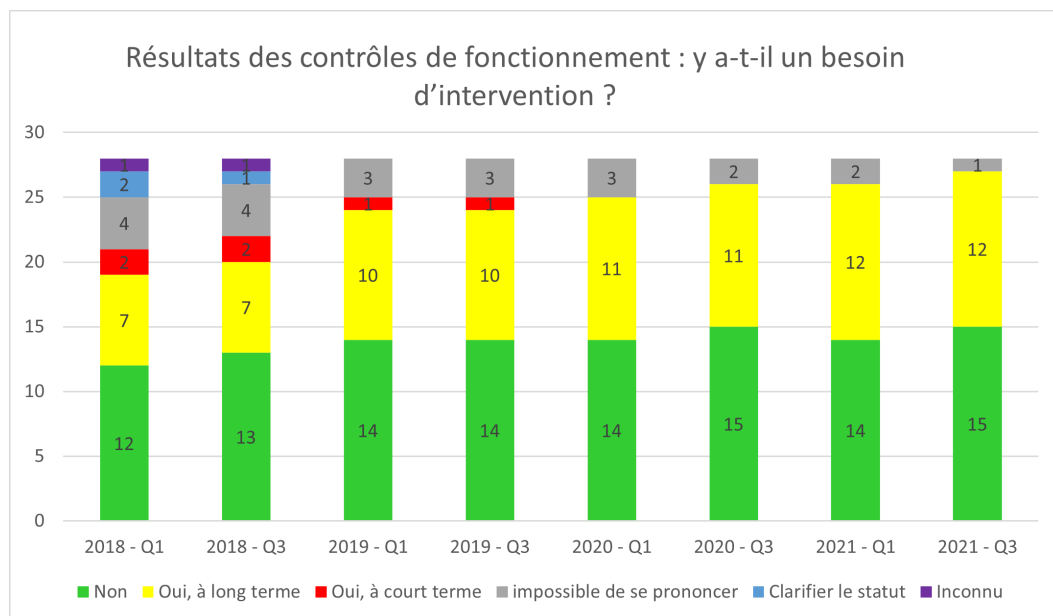
**Figure Annexe 4\_9 :** Représentation possible du nombre de dépassements des conditions de déversement de la STEP

## Durée de déversement annuelle moyenne par BEP



**Figure Annexe 4\_10 :** Représentation possible de la durée de déversement annuelle moyenne par BEP sur plusieurs années et comparaison des résultats du modèle du PGEE intercommunal avec l'évaluation selon les données de mesure. Le graphique montre que le modèle de simulation PGEE a tendance à surestimer la durée de déversement pour le DO/SP Moos (/PW Moos) et à la sous-estimer pour le DO STEP (BEP ARA).

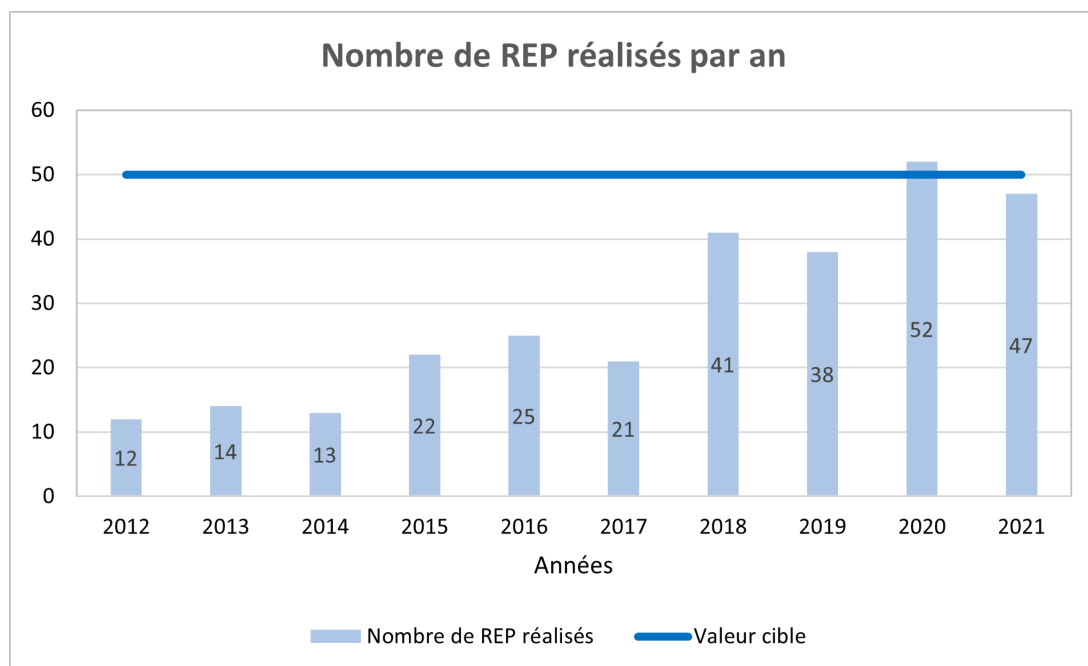
## Nombre et résultats des contrôles de fonctionnement selon le niveau 1 dans les milieux récepteurs



**Figure Annexe 4\_11 :** Représentation possible des résultats des contrôles de fonctionnement réguliers. Le besoin d'intervention de tous les ouvrages de déversement étudiés est représenté. Il apparaît que des actions ont été réalisées en 2018 et 2019 pour améliorer la situation (il n'y a plus d'ouvrages de déversement avec besoin d'intervention à court terme) et qu'à partir de 2019, il n'y a plus d'ouvrages dont le statut est inconnu ou à clarifier.

L'indicateur suivant n'est pas lié à la gestion du système global. Le VSA considère néanmoins qu'il est utile de l'inclure dans le reporting annuel :

#### Nombre de REP



**Figure Annexe 4\_12 :** Représentation possible du nombre de relevés d'état d'installations d'assainissement privées (REP) effectués. Comme la commune compte environ 1000 propriétaires fonciers, elle s'est fixée comme objectif de réaliser en moyenne 50 REP par an, afin que l'état des installations d'assainissement privées soit contrôlé tous les 20 ans environ, conformément aux prescriptions du VSA. En 2018, les effectifs ont été renforcés.

## ANNEXE 4B :

# MÉTHODE DE DÉTERMINATION DU TAUX MOYEN D'EAUX CLAIRES PARASITES D'UNE STEP

### Principe :

Le taux d'eaux claires parasites est déterminé comme l'écart entre les concentrations mesurées et les concentrations attendues (c.-à-d. si seules des eaux usées arrivaient) selon les paramètres à l'entrée de la STEP.

### Calcul :

a) Taux d'eaux claires parasites calculé à partir de l'écart des concentrations de DCO

- Valeur moyenne des valeurs individuelles journalières ( $ECP_j$ ) =  $1 - DCO_{moy,j} / DCO_{théorique}$   
p.ex. pour débit en entrée décanteur primaire :  $DCO_{théorique} = 80 \text{ g/EH} \cdot j / 150 \text{ l/EH} \cdot j = 533 \text{ mg/l}$
- Condition limite pour la prise en compte des valeurs individuelles journalières :  $Q_{STEPj} < \text{percentile } 60\%$  de toutes les  $Q_{STEP}$  (la dilution par temps de pluie ne doit pas être prise en compte).

b) Taux d'eaux claires parasites calculé à partir de l'écart des concentrations de  $NH_4$

- Valeur moyenne de  $ECP_j = 1 - NH_{4 \text{ moy},j} / NH_{4 \text{ théorique}}$  ;  
par ex. pour débit en entrée décanteur primaire :  $NH_{4 \text{ théorique}} = 7.5 \text{ g} / \text{EH} \cdot j / 150 \text{ l/EH} \cdot j = 50 \text{ mg/l}$   
( $NH_{4 \text{ théorique}}$  peut être influencé par les retours du traitement des boues)
- Condition limite pour la prise en compte des valeurs individuelles journalières :  $Q_{STEPj} < \text{percentile } 60\%$  de toutes les  $Q_{STEP}$  (la dilution par temps de pluie ne doit pas être prise en compte).

c) Taux d'eaux claires parasites calculé à partir de la quantité d'eaux usées

- Calcul Q temps sec ( $Q_{TS}$ ) selon VSA (valeur moyenne percentiles 20% et 50%)
- Calcul Q eaux usées ( $Q_{EU}$ ) : charge moyenne en EH calculée à partir des données de mesure multipliée par 150 l/EH
- Part d'eau claire parasite =  $(Q_{TS} - Q_{EU}) / Q_{TS}$

**Résultat : Taux d'eaux claires parasites = valeur moyenne de a), b) et c)**

Important : la méthodologie doit rester stable au fil des ans, c'est-à-dire que la production spécifique d'eaux usées de 150 l/EH·j doit être considérée, même si elle évolue au fil du temps.

# ANNEXE 5A :

## BASES LEGALES

La législation sur la protection des eaux n'exige pas explicitement des détenteurs d'installations d'assainissement une gestion intégrée et/ou dynamique du système global. Elle fournit néanmoins le cadre légal pour que l'autorité d'exécution cantonale puisse exiger d'une région d'assainissement qu'elle gère le système global de manière optimale afin de réduire au minimum les apports de polluants. L'autorité d'exécution cantonale peut déduire cette obligation des articles suivants de l'ordonnance sur la protection des eaux :

- **Exigences relatives aux déversements d'eaux mixtes** : selon l'annexe 3.1, chiffre 1, al. 3, OEaux, l'autorité fixe cas par cas, en fonction des conditions locales, les exigences auxquelles doivent satisfaire les eaux de déversoirs d'orage dans les réseaux d'égouts en système unitaire. Elle le fait dans le cadre du permis de construire pour les nouveaux ouvrages ou du PGEE pour les ouvrages existants. Selon la directive VSA « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie » (2019), pour chaque ouvrage de déversement l'impact du déversement d'eaux mixtes sur le milieu récepteur, le respect des exigences minimales (ouvrage individuel et système global) et le respect de la charge déversée spécifique au cours d'eau doivent être documentés.
- **Gestion intégrée dans le cadre de la mise à jour du PGEE** : selon l'art. 5, al. 1, OEaux, les cantons veillent à l'établissement de plans généraux d'évacuation des eaux (PGEE) qui garantissent dans les communes une protection efficace des eaux et une évacuation adéquate des eaux en provenance des zones habitées. Le contenu minimal du PGEE est défini à l'art. 5, al. 2, OEaux. Celui-ci est très restreint, ce qui ne signifie pas pour autant que l'on ne doive pas et ne puisse pas en faire davantage dans le cadre d'un PGEE. Aujourd'hui déjà, le cahier des charges type pour le PGEE du VSA englobe beaucoup plus de tâches que le contenu minimal. Dans la grande majorité des cas, celles-ci sont mises en œuvre lors de mises à jour du PGEE. Le VSA intégrera désormais également la gestion intégrée comme élément du PGEE intercommunal dans le cahier des charges type.
- **Exploitation des installations d'assainissement par du personnel spécialisé** : selon l'art. 13 OEaux, le détenteur d'une installation servant à l'évacuation et à l'épuration des eaux doit...
  - ... maintenir l'installation en état de fonctionner et constater tout écart par rapport à une exploitation normale. Pour constater les écarts par rapport à une exploitation normale, il en résulte l'obligation d'effectuer des contrôles de fonctionnement selon le paragraphe 2.6 de la présente recommandation et d'équiper les ouvrages spéciaux d'appareils de mesure selon le chapitre 2.5. Si les ouvrages ne sont pas équipés d'appareils de mesure, il n'est pas possible de constater les écarts par rapport au fonctionnement normal ni de vérifier si les exigences selon l'autorisation de déversement sont satisfaites. Sans ces mesures, il n'existe pas non plus de bases pour évaluer la proportionnalité d'éventuelles actions de réduction des déversements d'eaux mixtes (coûts des actions par rapport à leur utilité en termes d'impact des déversements sur le milieu récepteur).
  - ... prendre toutes les mesures d'exploitation proportionnées qui contribuent à réduire la quantité de substances à évacuer. Il en résulte l'obligation pour les exploitants de prendre toutes les mesures proportionnées pour minimiser les apports de polluants provenant de déversements d'eaux mixtes. Pour ce faire, le canton peut exiger une gestion intégrée du système global, car c'est la seule façon d'identifier « toutes les mesures proportionnées » stipulées à l'art. 13, al. 1, let. c, OEaux. Sans approche globale, on ne peut pas connaître l'effet des mesures appliquées à un ouvrage individuel sur le comportement de déversement du système global.

Les coûts des mesures correspondantes (monitoring, équipement en appareils de mesure et commande des ouvrages, etc.) sont extrêmement faibles par rapport à la valeur de remplacement du système global et sont donc proportionnés.
- **Déclaration concernant l'exploitation des ouvrages de déversement** : selon l'art. 14, OEaux, le détenteur d'une station centrale d'épuration doit déclarer au canton divers indicateurs concernant les conditions existant dans le bassin versant de la STEP. Selon le modèle de géodonnées minimal du PGEE (chap. 4.2.5), il s'agit notamment, pour les déversoirs (DO et BEP) de la durée moyenne de déversement par an, de la fréquence de déversement par an et du volume moyen déversé par an selon une simulation à long terme. La formulation de l'art. 14, OEaux dispense le canton d'exiger ces indicateurs auprès de chaque commune. Pour qu'un exploitant de STEP puisse fournir de telles données, il doit disposer d'un PGEE intercommunal indiquant tous les ouvrages de déversement. Il dispose ainsi également d'une base pour des optimisations dans le cadre d'une approche globale.

## ANNEXE 5B :

# EXEMPLE D'AUTORISATION CANTONALE POUR UNE GESTION DU RESEAU

### Association pour la station d'épuration X. Gestion du réseau. Autorisation.

#### Contexte

L'Association pour la station d'épuration X prévoit une gestion du réseau dans le bassin versant de la STEP X. Elle prévoit une gestion dynamique des ouvrages spéciaux dans le bassin versant de la STEP. Il se compose d'un concept de déversement et d'un concept de vidange ainsi que d'une définition des indicateurs hydrauliques des ouvrages spéciaux. Les concepts ont été élaborés en collaboration avec l'office cantonal Y.

La gestion du réseau définit une commande optimisée du système en ce qui concerne le déversement et la vidange des ouvrages spéciaux et comprend une commande en temps réel partiellement optimisée des débits de régulation dans le système. Elle met en œuvre l'idée d'une gestion dynamique des eaux usées des ouvrages spéciaux par temps de pluie. Les débits de régulation sont fixés à l'intérieur de limites supérieures et inférieures définies.

#### Considéranants

##### *Bases légales*

Selon l'art. xx de la LCPE, les mesures sur le réseau d'assainissement public qui entraînent des modifications qualitatives ou quantitatives des déversements d'eaux usées existants ou nouveaux dans une eau superficielle doivent être évaluées et autorisées par le canton.

Conformément à l'art. 13 de l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) du 1er juin 2018, les installations servant à l'évacuation et à l'épuration des eaux doivent être exploitées par du personnel spécialisé et toutes les mesures d'exploitation proportionnées qui contribuent à réduire la quantité de substances à évacuer doivent être prises. Après équipement des ouvrages spéciaux de limiteurs de débit et de sondes de niveau contrôlables ainsi que d'autres appareils électriques, de mesure, de commande et de régulation, la gestion du réseau s'inscrit donc dans le cadre des mesures proportionnées qui contribuent à réduire la quantité de substances à évacuer.

##### *Évaluation de la phase d'exploitation*

Sur la base de l'annexe 3, chiffre 1, al. 3 OEaux, le service cantonal Y formule, en fonction des conditions locales, des critères pour les émissions et les immissions d'eaux mixtes déversées dans le milieu récepteur. Les critères suivants sont formulés pour les émissions et les immissions dans le milieu récepteur :

- Émissions : l'assainissement urbain en amont de la STEP peut déverser au maximum 2 % des charges de substances des eaux polluées dans des tronçons de cours d'eau. Cette exigence minimale repose sur un projet de directive relative à la gestion des eaux urbaines par temps de pluie (Association suisse des professionnels de la protection des eaux, 2018).
- Immissions : en moyenne, selon l'annexe 2, ch. 12, al. 5, OEaux, les exigences suivantes relatives à la qualité des eaux doivent être respectées dans les cours d'eau en ce qui concerne l'ammonium : pour une température supérieure à 10 °C, la concentration de 0,2 mg NH<sub>4</sub>-N par litre ne doit pas être dépassée et, pour une température inférieure à 10 °C, la concentration est de 0,4 mg NH<sub>4</sub>-N par litre. Ces exigences ne s'appliquent pas aux cours d'eau enterrés, car on part du principe que ces cours d'eau ne présentent pas de biologie sensible.

En outre, il est exigé que tous les ouvrages spéciaux pour eaux mixtes garantissent au minimum 1,25 fois le débit de temps sec comme débit de régulation vers la STEP. L'objectif est d'éviter que, dans le cas de précipitations hétérogènes, des déversements ne se produisent dans le milieu recevant des eaux usées en raison d'une réduction excessive des débits de régulation.

Les critères d'émissions et d'immissions mentionnés sont remplis par le concept de gestion du réseau proposé :

- *Émissions* : grâce à la gestion intégrée, les émissions totales sont réduites de 13 % par rapport à la planification des actions du plan d'évacuation des eaux de l'association. De plus, pour tous les tronçons de cours d'eau, moins de 1 % du volume annuel d'eaux polluées est déversé par des ouvrages spéciaux.
- *Immissions* : les valeurs d'immissions prescrites sont respectées pour tous les cours d'eau. Le ruisseau A (cours d'eau public n° X) et le ruisseau B (cours d'eau public n° X) constituent des exceptions. Du point de vue écomorphologique, ces deux cours d'eau sont largement enterrés à partir de l'exutoire pertinent ou ne sont pas naturels, raison pour laquelle ils ne sont pas sensibles du point de vue des immissions.

La gestion du réseau prévue répond donc aux exigences mentionnées en matière de protection des eaux. Les futures modifications du concept de gestion du réseau à l'intérieur des limites supérieures et inférieures prescrites doivent obtenir l'accord du service cantonal Y. En revanche, les modifications des limites supérieures et inférieures nécessitent l'autorisation du service cantonal Y.

Le concept de gestion du réseau doit être mis en œuvre et évalué périodiquement après son introduction. Le contrôle d'efficacité doit être consigné dans un rapport qui doit être envoyé au service cantonal Y avant le xx.xx.20xx. Les données de mesure de base des ouvrages spéciaux doivent également être envoyées au service cantonal Y. Il est recommandé d'inclure dans les rapports annuels de la STEP un résumé des expériences d'exploitation relatives à la gestion du réseau.

**Par la présente, la direction des travaux publics décide :**

- I) L'Association pour la station d'épuration X est autorisée à mettre en œuvre la gestion du réseau des ouvrages spéciaux sous réserve des dispositions annexes suivantes :
  - a) Le concept de gestion du réseau doit être mis en œuvre par l'association et les communes associées.
  - b) Les résultats du contrôle d'efficacité de la gestion du réseau, y compris les données, doivent être transmis au service cantonal Y avant le xx.xx.20xx.
  - c) Les futures modifications du concept de gestion du réseau à l'intérieur des limites supérieures et inférieures prescrites doivent obtenir l'accord du service cantonal Y. Les modifications des limites supérieures et inférieures nécessitent l'autorisation du service cantonal Y.
- II) Un recours peut être déposé par écrit contre la présente décision dans un délai de trente jours à partir de la date d'envoi auprès du service cantonal Y. Le recours établi en trois exemplaires doit contenir une demande et sa justification. La décision attaquée doit être jointe. Les preuves citées doivent comporter une désignation précise et être jointes dans la mesure du possible. Les jugements matériels et formels de l'instance de recours sont payants ; les frais sont à la charge de la partie perdante.
- III) Les émoluments suivants sont fixés pour cette décision et sont perçus par le biais d'une facture séparée. Adresse de facturation : Association X, adresse X :

– Émoluments de justice	Fr.	0.00
– Droit d'expédition	Fr.	0.00
Total	Fr.	0.00

IV) Notification à

- Association X
- Bureau d'ingénieurs X

# BIBLIOGRAPHIE

- [1] Guide des données de l'assainissement urbain, Editeur: VSA, 2020
- [2] Commentaire au cahier des charges type du PGEE, Editeur: VSA, 2010 (actualisé en 2020)
- [3] Directive « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie », Editeur: VSA, 2019
- [4] Publikation « Messeinrichtungen für Regenüberlaufbecken, Handlungsempfehlung für die Nachrüstung und Prüfung der Funktion vorhandener Messeinrichtungen, Handlungsempfehlung für Betreiber und Ingenieurbüros », Herausgeber: DWA-Landesverband Baden-Württemberg, Dezember 2019
- [5] RÜB-BW, DWA-Landesverband Baden-Württemberg [Stand 10.11.2021];  
[https://www.rueb-bw.de/fachinformation/grundlagen\\_regenbecken/](https://www.rueb-bw.de/fachinformation/grundlagen_regenbecken/)  
<https://www.rueb-bw.de/fachinformation/messtechnik/>
- [6] Merkblatt DWA-M-151 « Messdatenmanagementsysteme (MDMS) in Entwässerungssystemen », Herausgeber: DWA, August 2014
- [7] Publikation « Regenbecken im Mischsystem. Messen, Bewerten und Optimieren », Praxisleitfaden für den Betrieb von Regenbecken, Herausgeber: DWA-Landesverband Baden-Württemberg, Februar 2017
- [8] Merkblatt DWA-M181 « Messung von Wasserstand und Durchfluss in Entwässerungssystemen », Herausgeber: DWA, September 2011
- [9] Publication « Techniques de mesures en assainissement urbain », Editeur: VSA, actualisé dès 2019
- [10] Publikation DWA-Themen T3/2016 « Technische Massnahmen zur Behandlung von erhöhten Mischwasserabflüssen in der Kläranlage », Herausgeber: DWA, August 2016

EXEMPLAIRE POUR CONSULTATION