

GESTION DES EAUX URBAINES PAR TEMPS DE PLUIE

MODULE ANALYSE DE LA QUALITÉ DES EAUX



Impressum

La présente publication a été élaborée 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.

Valeur juridique

Cette directive documente l'état de la technique et les bonnes pratiques suisses en matière de gestion des eaux urbaines par temps de pluie. Elle précise la législation relative à la protection des eaux et permet une mise en oeuvre uniforme. La directive s'adresse principalement aux autorités chargées de l'application et de l'autorisation et aux planificateurs de systèmes d'évacuation des eaux. Elle garantit à l'utilisateur un degré élevé de sécurité juridique. D'autres solutions sont toutefois possibles. Cependant dans le cadre de la pratique juridique ces solutions doivent être conformes au droit.

Auteurs de la synthèse de 2019

Daniel Baumgartner, Hunziker Betatech AG, Berne
Reto Flury, Holinger AG, Berne
Silvia Oppiger, Hunziker Betatech AG, Berne
Natalie Muff, Holinger AG, Berne
Elias Winz, Holinger AG, Berne

Auteurs du module Analyse de la qualité des eaux

Christiane Ilg, Plateforme Qualité de l'eau VSA, Dübendorf
Reto Albert, Hunziker Betatech AG, Winterthour
Freddy Elber, AquaPlus AG, Zoug
Reto Flury, Holinger AG, Berne
Martina Küng, Holinger AG, Berne
Vinzenz Maurer, Laboratoire de la protection des eaux et du sol du canton de Berne
Kristina Rehberger, Laboratoire de la protection des eaux et du sol du canton de Berne
Matthias Sturzenegger, AquaPlus AG, Zoug

Travail de fond

Nathalie Menetrey, DGE-PRE VD, Lausanne
Klemens Niederberger, AquaPlus AG, Zoug

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

Ramboll Studio Dreiseitl, Arkadien Winnenden

Conception

SLS Nadler, Peter Nadler, 8610 Uster

Impression

Appenzeller Druckerei AG, 9100 Herisau

Source de référence

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

Brève description du présent module et destinataires

Le module Analyse de la qualité des eaux pour l'évaluation des rejets (en abrégé: module G) fait partie de la directive «Gestion des eaux urbaines» du VSA, publiée en mai 2019. Il s'adresse en premier lieu aux planificateurs (ingénieurs PGEE), aux autorités d'exécution (communes, services cantonaux de la protection des eaux) et aux hydrobiologistes et se concentre sur les analyses des eaux dans le cadre des plans généraux d'évacuation des eaux (PGEE). Il contient cependant également des indications destinées aux exploitants et au personnel d'exploitation de STEP pour le contrôle de fonctionnement (contrôle périodique étendu au milieu récepteur, afin d'identifier grossièrement les lacunes et les dysfonctionnements manifestes des ouvrages de déversement).

Abréviations utilisées pour les renvois et désignations des tableaux/figures (voir aussi module de base, chap. 1.6 «Structure de la directive»)

Abréviation pour les renvois	Titre des différents modules				
B	Module de base				
G	Module Analyse de la qualité de l'eau				
S	Module STORM				
D	Module Dimensionnement et conception				
	<table border="1"><tr><td>DA</td><td>Partie A: Gestion des eaux pluviales</td><td>DB</td><td>Partie B: Installations de traitement et de déversement des eaux unitaires</td></tr></table>	DA	Partie A: Gestion des eaux pluviales	DB	Partie B: Installations de traitement et de déversement des eaux unitaires
DA	Partie A: Gestion des eaux pluviales	DB	Partie B: Installations de traitement et de déversement des eaux unitaires		
E	Module Systèmes d'évacuation des eaux				
L	Index et listes de l'ensemble de la directive • Liste des abréviations • Bibliographie				

Exemples de renvois:

- voir module G, chap. 3 = voir module «Analyse de la qualité de l'eau», chapitre 3
- voir chap. 3 (sans spécification d'un module) = voir chapitre 3 du module même
- voir également fig. B4 = voir la figure B4 dans le module de base

Remarque concernant le genre

Les contenus du présent module concernent sans distinction les femmes, les hommes et autres. Pour des raisons de lisibilité, la forme masculine est employée pour toutes les désignations de personnes. Les autres formes sont toujours incluses.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	6
1.1	Situation initiale	6
1.2	Objectif du module	6
1.3	Effets des rejets de l'assainissement urbain	7
1.4	Bases légales	7
2	APERÇU DES DIFFÉRENTS DOMAINES D'APPLICATION DU MODULE G	9
2.1	Résumé des informations essentielles sur le domaine d'application	9
2.2	Pour quels déversements le module G est-il utilisé? Précisions/Compléments au module B	12
3	PROCÉDURE POUR LES COURS D'EAU DANS LE CADRE DES PLANS GÉNÉRAUX D'ÉVACUATION DES EAUX (PGEE)	13
3.1	Niveau 1 pour cours d'eau (PGEE)	13
3.1.1	Conditions-cadres	13
3.1.2	Choix des sites d'étude	13
3.1.3	Paramètres à étudier	14
3.1.4	Description des méthodes d'analyse	15
3.1.5	Interprétation de l'analyse pour l'étude préliminaire (niveau 1)	16
3.2	Niveau 2 pour cours d'eau (PGEE)	17
3.2.1	Conditions-cadres	17
3.2.2	Choix des sites d'étude	18
3.2.3	Paramètres à étudier	19
3.2.4	Description des méthodes d'analyse	19
3.2.5	Interprétation de l'analyse de la qualité des eaux pour l'évaluation des rejets dans les cours d'eau (niveau 2)	23
4	PROCÉDURE POUR LES PLANS D'EAU DANS LE CADRE DES PLANS GÉNÉRAUX D'ÉVACUATION DES EAUX (PGEE)	29
4.1	Niveau 1 pour les plans d'eau (PGEE)	29
4.1.1	Conditions-cadres	29
4.1.2	Choix des sites d'étude	30
4.1.3	Paramètres à étudier	30
4.1.4	Description des méthodes d'analyse	31
4.1.5	Interprétation de l'analyse pour étude préliminaire (niveau 1)	31
4.2	Niveau 2 pour les plans d'eau (PGEE)	31
4.2.1	Conditions-cadres	31
4.2.2	Choix des sites d'étude	32
4.2.3	Paramètres à étudier	32
4.2.4	Description des méthodes d'analyse	33
4.2.5	Interprétation de l'analyse de la qualité des eaux pour évaluation des rejets dans les plans d'eau (niveau 2)	37
5	PROCÉDURE POUR LES CONTRÔLES DE FONCTIONNEMENT	43
5.1	Conditions-cadres	43
5.2	Choix des sites à étudier	43
5.3	Paramètres à étudier et description des méthodes d'analyse	44
5.4	Appréciation à l'aide de l'Aspect général	44

5.5	Détermination du besoin d'intervention	45
5.6	Stockage des données	46
6	POUR LES CONTRÔLES D'EFFICACITÉ DES MESURES	47
7	INFORMATIONS SUR LES PARAMÈTRES	48
8	CAS PARTICULIERS ET RESTRICTIONS	51
9	BIBLIOGRAPHIE	53
ANNEXES		
Annexe 1:	Formulaire niveau 1, Analyse simple dans le cadre du PGEE dans les cours d'eau	54
Annexe 2:	Formulaire niveau 2, Analyse de la qualité des eaux pour l'évaluation des rejets dans le cadre des PGEE et des contrôles d'efficacité dans les cours d'eau	55
Annexe 3:	Questions de contrôle pour l'évaluation du point de rejet par rapport à la référence ou aux environs immédiats (niveau 1, plans d'eau)	57
Annexe 4:	Formulaire niveau 2, Analyse de la qualité des eaux pour l'évaluation des rejets (analyse détaillée) dans le cadre des PGEE et des contrôles d'efficacité dans les plans d'eau	58
Annexe 5:	Formulaire Contrôle de fonctionnement	59
Annexe 6:	Biosécurité	60
Annexe 7:	Règles de sécurité	61
Annexe 8:	Exemple de marice d'évaluation	63
Annexe 9:	Tableau de transfert entre l'attribut «BESOIN_D_INTERVENTION» selon le module G et la VSA-SDEE-Mini et les valeurs du catalogue du MGDM PGEE	64

1 INTRODUCTION

1.1 Situation initiale

Le présent module «Analyse de la qualité des eaux pour l'évaluation des rejets» (en abrégé : module G) fait partie de la directive «Gestion des eaux urbaines» du VSA (cf. module de base, tableau du chapitre 1.6). Il s'adresse en premier lieu aux planificateurs (ingénieurs PGEE), aux autorités d'exécution (communes, services cantonaux de la protection des eaux) et aux hydrobiologistes et se concentre sur les analyses des eaux dans le cadre des plans généraux d'évacuation des eaux (PGEE). Il contient cependant également des indications destinées aux exploitants et au personnel d'exploitation de STEP pour le contrôle de fonctionnement (contrôle périodique étendu au milieuxcepteur, afin d'identifier grossièrement les lacunes et les dysfonctionnements manifestes des ouvrages de déversement).

Il présente les procédures, les responsabilités et les méthodes pour la réalisation d'analyses de la qualité des eaux aux points de rejets de l'assainissement urbain, STEP comprises, dans des cours d'eau et des plans d'eau (eaux de surface).

En tant qu'élément de vérification des effets des mesures et de fonctionnement dans le cadre de l'assainissement urbain, les analyses de la qualité des eaux constituent une base importante pour l'évaluation et la planification des rejets, en plus des modélisations et des calculs des systèmes d'évacuation des eaux. Alors que les modèles de calcul numériques fournissent une représentation approximative des processus et des conditions complexes dans les eaux, l'analyse de la qualité des eaux mesure directement l'impact d'un rejet.

1.2 Objectif du module

Le module «Analyse de la qualité des eaux» vise d'une part à mesurer l'impact des rejets existants de l'assainissement urbain sur les eaux et à en déduire un éventuel besoin d'intervention du point de vue de l'écologie des eaux. Le module permet d'autre part de démontrer les effets des mesures mises en œuvre dans l'assainissement urbain (contrôle d'efficacité). Pour cela, on compare à l'aide d'indicateurs abiotiques et biotiques sélectionnés les conditions en amont et en aval du rejet de façon à évaluer l'impact du rejet. Les indicateurs peuvent aussi être influencés par des aspects supplémentaires (p. ex. atteinte aux eaux par les apports agricoles, autres rejets), ce qui fait que les différences entre les conditions en amont et en aval du rejet peuvent être minimes. Ces limitations sont prises en compte dans le présent module.

La mise en œuvre des méthodes suppose une collaboration au sein d'une équipe interdisciplinaire constituée d'un hydrobiologiste, d'un ingénieur PGEE, du service cantonal de protection des eaux et, éventuellement, de l'exploitant de STEP.

Relation avec le système modulaire gradué

Contrairement aux méthodes du système modulaire gradué (SMG), le présent module n'a pas pour but d'obtenir une évaluation complète de l'état des eaux (tableau G1). Cependant, certains aspects ou des méthodes simplifiées de l'évaluation de l'état des eaux selon le SMG sont également utilisés dans le module G (p. ex. le module Aspect général). Dans de tels cas, on se référera à la description de la méthode SMG correspondante. Mais, dans certains cas, d'autres méthodes visant spécifiquement à détecter les atteintes au niveau du rejet sont nécessaires dans le module G. Les méthodes du SMG ne font pas partie du module G et ne sont pas présentées en détail dans le présent document.

Directive VSA Gestion des eaux urbaines Module G	Évaluation des rejets selon le module de base	Appréciation impact du rejet: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="background-color: #668DAD; color: white; text-align: center; padding: 2px;">aucun</td></tr> <tr><td style="background-color: #FFD966; color: black; text-align: center; padding: 2px;">faible/moyen</td></tr> <tr><td style="background-color: #F08080; color: white; text-align: center; padding: 2px;">important</td></tr> <tr><td style="background-color: #668DAD; color: black; text-align: center; padding: 2px;">pas clair</td></tr> <tr><td style="background-color: #668DAD; color: black; text-align: center; padding: 2px;">impossible de se prononcer</td></tr> </table>	aucun	faible/moyen	important	pas clair	impossible de se prononcer
aucun							
faible/moyen							
important							
pas clair							
impossible de se prononcer							
Système modulaire gradué	Évaluation de l'état des eaux	Appréciation état des eaux: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="background-color: #66CDAA; color: white; text-align: center; padding: 2px;">très bon</td></tr> <tr><td style="background-color: #90EE90; color: black; text-align: center; padding: 2px;">bon</td></tr> <tr><td style="background-color: #FFD966; color: black; text-align: center; padding: 2px;">moyen</td></tr> <tr><td style="background-color: #F08080; color: white; text-align: center; padding: 2px;">médiocre</td></tr> <tr><td style="background-color: #F08080; color: white; text-align: center; padding: 2px;">mauvais</td></tr> </table>	très bon	bon	moyen	médiocre	mauvais
très bon							
bon							
moyen							
médiocre							
mauvais							

Tableau G1
Délimitation entre le module «Analyse de la qualité des eaux pour l'évaluation des rejets» (module G) et les méthodes du «système modulaire gradué» pour l'appréciation de l'état des eaux.

1.3 Effets des rejets de l'assainissement urbain

Les atteintes aux eaux dues aux rejets d'eaux usées dépendent de la nature et de la quantité des substances rejetées, de la fréquence et de la durée des déversements ainsi que de la situation spécifique au milieu récepteur. Les rejets peuvent, selon la taille, avoir des effets locaux (p.ex. modification des biocénoses, dépôt de sédiments, atteintes esthétiques) ou affecter l'ensemble de l'étendue d'eau (p.ex. modification du niveau trophique des petits lacs). Les atteintes aux eaux par temps de pluie peuvent être réparties dans les catégories suivantes (voir Krejci et al. [2004]):

- Atteintes à la qualité des eaux dues au déversement de substances chimiques, de bactéries ou de germes pathogènes provenant de l'assainissement urbain (apports de polluants et atteintes bactériennes).
- Atteintes à l'état des eaux sur le plan esthétique (aspect général) dues aux matières grossières déversées par l'assainissement urbain.

Plus rarement, les atteintes suivantes peuvent se produire:

- Atteintes au régime hydrologique par la modification de l'importance et de la fréquence des débits de pointe (atteintes physiques, stress mécanique-hydraulique).
- Atteintes à l'état morphologique naturel, en particulier modifications du lit du cours d'eau par érosion ou par dépôt de substances.

Ces atteintes ont également un impact sur les **biocénoses aquatiques (biologie)**. Les méthodes proposées dans le présent module permettent de déterminer et d'évaluer de telles atteintes biologiques dues aux rejets.

1.4 Bases légales

L'**ordonnance sur la protection des eaux** (annexe 2, ch. 11 et 12) définit différentes exigences applicables à la qualité des eaux en général et aux déversements d'eaux usées en particulier. La marche à suivre en cas de pollution des eaux est précisée dans l'**ordonnance sur la protection des eaux** (art. 47). Par ailleurs, la **loi sur la protection de la nature et du paysage** (art. 21) doit être respectée pour les déversements à proximité des rives (voir détails dans l'encadré ci-après).

D'autres dispositions applicables aux rejets d'eaux usées concernent la protection de la faune et de la flore indigènes et figurent notamment dans les articles de loi suivants (liste non exhaustive):

- **ordonnance sur la protection des eaux (annexe 1, ch. 1)**: Objectifs écologiques;
- **loi sur la protection de la nature et du paysage (art. 18)**: Protection d'espèces animales et végétales;
- **ordonnance sur la protection de la nature et du paysage (art. 14)**: Protection des biotopes.

La loi fédérale sur la pêche, art. 8 Autorisation pour les interventions techniques et **art. 9** Mesures à prendre pour de nouvelles installations, définit l'obligation d'autorisation et les conditions d'obtention d'une autorisation pour les déversements.

Extraits d'articles de loi pertinents (liste non exhaustive) :

Ordonnance sur la protection des eaux, art. 47 Marche à suivre en cas de pollution des eaux

- ¹ Si l'autorité constate que les eaux ne satisfont pas aux exigences fixées dans l'annexe 2 ou que l'utilisation spécifique des eaux n'est pas garantie, elle :
- détermine et évalue la nature et l'ampleur de la pollution
 - détermine les causes de la pollution;
 - évalue l'efficacité des mesures possibles, et
 - veille à ce que les mesures requises soient prises en vertu des prescriptions correspondantes.

² Si plusieurs sources de pollution sont impliquées, les mesures à prendre par les responsables doivent être harmonisées.

Ordonnance sur la protection des eaux, annexe 2, ch. 11, al. 1 Exigences générales, par exemple

- ¹ La qualité des eaux doit être telle :
- qu'il ne doit pas se former de colonies de bactéries, de champignons ou de protozoaires visibles à l'œil nu ni se produire de proliférations excessives ou anormales d'algues et de plantes aquatiques supérieures;
 - que les eaux propices au frai des poissons soient conservées;
 - que l'eau satisfasse, après un traitement adapté, aux exigences fixées dans la législation sur les denrées alimentaires;
 - que l'eau ne pollue pas les eaux du sous-sol en cas d'infiltration;
 - que les conditions d'hygiène requises pour la baignade soient remplies dans les eaux où l'autorité autorise expressément la baignade ou dans lesquelles un grand nombre de personnes se baignent habituellement sans que l'autorité le déconseille;
 - que les substances qui aboutissent dans les eaux par suite de l'activité humaine n'entraînent pas la reproduction, le développement, ni la santé des plantes, animaux et microorganismes sensibles.

Ordonnance sur la protection des eaux, annexe 2, ch. 11, al. 2 Exigences relatives à la qualité des eaux après un déversement d'eaux usées

- ² Les déversements d'eaux à évacuer ne doivent entraîner dans les eaux, après un mélange homogène :
- aucune formation de boues;
 - aucune turbidité, coloration ni formation de mousse, sauf en cas de fortes pluies;
 - aucune altération de l'odeur naturelle de l'eau;
 - aucun manque d'oxygène ni altération du pH.

Ordonnance sur la protection des eaux, annexe 2, ch. 12 Exigences supplémentaires pour les cours d'eau

- ¹ La qualité des eaux doit être telle :
- qu'il ne se forme pas de taches de sulfure de fer visibles à l'œil nu sur le fond du cours d'eau; des conditions naturelles particulières sont réservées;
 - que les concentrations de nitrite et d'ammoniac n'entraînent pas la reproduction, le développement, ni la santé des organismes sensibles tels que les salmonidés.
- ² La teneur en oxygène dans le lit du cours d'eau ne doit pas être réduite par :
- une forte consommation d'oxygène due à un excès non naturel de composés oxydables;
 - une diminution de la perméabilité du fond due à une sédimentation élevée, anormale.

Loi sur la protection de la nature et du paysage, art. 21 Végétation des rives

- ¹ La végétation des rives (roselières et jonchères, végétation alluviale et autres formations végétales naturelles riveraines) ... ou détruite d'une autre manière.

2 APERÇU DES DIFFÉRENTS DOMAINES D'APPLICATION DU MODULE G

2.1 Résumé des informations essentielles sur le domaine d'application

Évaluer le type et l'intensité des atteintes aux eaux résultant de déversements par temps de pluie est une tâche complexe. L'étendue de l'analyse des eaux nécessaire pour une planification adaptée et optimisée en termes de coûts dépend en grande partie des eaux réceptrices concernées (taille, morphologie, régime d'écoulement, pollution préexistante). La situation particulière du rejet (rejet isolé, situation par rapport à d'autres rejets ou sources de pollution, profondeur de rejet, etc.) est également importante. Les caractéristiques des eaux pluviales ou des eaux mixtes rejetées sont également déterminantes. En outre, l'étendue «correcte» des examens ne peut généralement être définie qu'en tenant compte de tous les aspects pertinents de l'écologie et de la biologie des eaux, de l'hydrologie, de l'hydraulique et de l'assainissement urbain.

En conséquence, l'ampleur, la démarche et la méthodologie des analyses des eaux doivent toujours être déterminées au cas par cas, par une **équipe interdisciplinaire composée d'un hydrobiogiste, d'un ingénieur PGEE, du service cantonal de protection des eaux et éventuellement de l'exploitant de STEP**.

Les résultats les plus probants d'une analyse des eaux sont obtenus en appliquant une approche graduée. Cette démarche a déjà fait ses preuves dans le cadre de la gestion de PGEE aux niveaux communal et régional. Elle convient également par son principe pour la planification des mesures applicables à des rejets individuels. C'est pourquoi une démarche à deux niveaux est proposée dans le module G pour l'évaluation des rejets et la détermination du besoin d'intervention du point de vue de l'écologie des eaux. Elle s'applique aussi bien **aux cours d'eau qu'aux plans d'eau** (voir aussi les tableaux B3 et B4).

- **Niveau 1:** analyse simple (appelée de façon générale «contrôle de fonctionnement» dans le module de base) à titre d'étude préliminaire dans le cadre d'un traitement de PGEE afin de déterminer si une analyse de niveau 2 est nécessaire. Dans les cours d'eau, le niveau 1 sert en plus de contrôle de fonctionnement dans le cadre du contrôle d'exploitation afin d'identifier grossièrement les lacunes et les dysfonctionnements qui affectent l'écologie des eaux.
- **Niveau 2:** analyse de la qualité des eaux pour évaluation des rejets (analyse détaillée) afin de déterminer le besoin d'intervention sous l'angle de l'hydrobiologie et de prioriser les mesures nécessaires. Sert également pour contrôler l'efficacité des mesures mises en œuvre.

Le tableau G2 présente un aperçu des domaines d'application du module G (PGEE, contrôle de fonctionnement, contrôle d'efficacité), les fonctions de chaque analyse et les responsabilités. Les tableaux G3.1 et G3.2 récapitulent les informations essentielles pour la réalisation des niveaux d'analyse selon le module G dans les cours d'eau et les plans d'eau. Les niveaux d'analyse sont ensuite décrits en détail dans les chapitres correspondants.

Dans le cas de rejets permanents importants, tels que STEP, pisciculture, récupérations de chaleur, ou de pollutions existantes indépendantes du rejet étudié, il convient de recourir, en plus du module G, à des analyses selon le SMG ou à d'autres analyses spéciales (par exemple, écotoxicologie, analyses sédimentaires [Casado et al., 2021]). Ce point doit être mentionné en conséquence dans la planification des analyses. Les pollutions existantes doivent être communiquées aux autorités compétentes.

Les résultats du contrôle de fonctionnement dans les cours d'eau peuvent être intégrés dans l'étude préliminaire de niveau 1 du PGEE dans le cadre du contrôle périodique ou par la communication avec le service spécialisé (ou l'ingénieur PGEE). Ils ne remplacent toutefois pas les études du niveau 1.

Tableau G2

Domaines d'application du module G et des analyses SMG.

Évaluation des rejets selon le module G		
	Niveau 1: Analyse simple	Niveau 2: Analyse de la qualité des eaux pour l'évaluation des rejets (analyse détaillée)
PGEE	<p>Étude préliminaire dans le cadre du PGEE au sein d'une équipe interdisciplinaire (hydrobiologiste, ingénieur PGEE et service cantonal; facultatif: exploitant de STEP)</p> <p>→ <i>Cours d'eau, chapitre 3.1</i> → <i>Plans d'eau, chapitre 4.1</i></p>	<p>Évaluation du rejet, détermination du besoin d'intervention et priorisation des mesures au sein d'une équipe interdisciplinaire (hydrobiologiste, ingénieur PGEE et service cantonal; facultatif: exploitant de STEP)</p> <p>→ <i>Cours d'eau, chapitre 3.2</i> → <i>Plans d'eau, chapitre 4.2</i></p>
Contrôle de fonctionnement	<p>Identification grossière des lacunes/dysfonctionnements manifestes dans les cours d'eau par l'exploitation¹ plusieurs fois par an</p> <p>→ <i>Contrôle de fonctionnement, chapitre 5</i></p>	–
Contrôle d'efficacité des mesures		<p>Contrôle de l'efficacité des mesures au sein d'une équipe interdisciplinaire (hydrobiologiste, ingénieur PGEE et service cantonal; facultatif: exploitant de STEP)</p> <p>→ <i>Indications générales, chapitre 6</i> → <i>Cours d'eau, chapitre 3.2</i> → <i>Plans d'eau, chapitre 4.2</i></p>
Analyses des rejets selon les méthodes du SMG (ne fait partie de ce module)		
¹ Obligatoirement, sauf en cas de visites nécessitant des interventions spéciales, comme des plongées.	Évaluation selon le système modulaire gradué pour des cas spéciaux de rejets	<p>Sont réalisées après accord au sein de l'équipe interdisciplinaire (hydrobiologiste, ingénieur PGEE et service cantonal; facultatif: exploitant de STEP) en complément aux méthodes du module G:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pour l'analyse de rejets permanents importants • Le cas échéant, en cas d'indications de pollution préexistante des eaux • Pour d'autres cas complexes

Tableau G3.1

Résumé des informations essentielles pour la réalisation des analyses des niveaux 1 et 2 pour les cours d'eau dans le cadre du PGEE et des contrôles d'efficacité (les contrôles de fonctionnement par l'exploitation sont traités au chapitre 5).

Cours d'eau et zones de retenue avec courant en cas de crue		
	Niveau 1: Analyse simple dans le cadre du PGEE (étude préliminaire) → <i>Chapitre 3.1</i>	Niveau 2: Analyse de la qualité des eaux pour l'évaluation des rejets dans le cadre du PGEE et des contrôles d'efficacité des mesures (analyse détaillée) → <i>Chapitre 3.2</i>
But	<ul style="list-style-type: none"> • Étude préliminaire dans le cadre des PGEE 	<ul style="list-style-type: none"> • Planifications dans le cadre des PGEE • Priorisation des mesures • Contrôle de l'efficacité des mesures
Intervalle	<ul style="list-style-type: none"> • Conformément au cahier des charges type du PGEE (env. tous les 10 ans) 	<ul style="list-style-type: none"> • Conformément au cahier des charges type du PGEE (env. tous les 10 ans) • Contrôle d'efficacité en cas de besoin
Moment favorable	<ul style="list-style-type: none"> • Possible toute l'année • Le moment devrait être choisi fonction de la période où le rejet est actif 	
Qui	<ul style="list-style-type: none"> • Planification et conclusions: équipe interdisciplinaire¹ • Réalisation: hydrobiologiste, dans l'idéal avec l'ingénieur PGEE 	<ul style="list-style-type: none"> • Planification et conclusions: équipe interdisciplinaire¹ • Réalisation: hydrobiologiste
Où	<ul style="list-style-type: none"> • Rejets selon module de base → <i>Choix des sites, chapitre 3.1.2</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Rejets selon module de base lorsque: <ul style="list-style-type: none"> – la nécessité d'une analyse de niveau 2 a été déterminée lors de l'étude préliminaire – un contrôle d'efficacité est requis <p>→ <i>Choix des sites, chapitre 3.2.2</i></p>

Suite Tableau G3.1 voir page suivante

Cours d'eau et zones de retenue avec courant en cas de crue	
Quoi et comment	<ul style="list-style-type: none"> Aspect général, selon SMG: boues, turbidité, coloration, mousse, odeur, sulfure de fer, colmatage, déchets solides provenant de l'assainissement urbain, autres déchets, organismes hétérotrophes³, algues², plantes aquatiques/mousses Atteintes mécaniques-hydrauliques, modifications du lit du cours d'eau → <i>Instructions, chapitres 3.1.3 et 3.1.4</i>
Durée	<ul style="list-style-type: none"> Env. 30 minutes par rejet, en fonction des conditions locales
Interprétation	<p>→ <i>Instructions, chapitre 3.1.5</i></p> <p>→ <i>Instructions, chapitre 3.2.5</i></p>

¹ Hydrobiologiste, ingénieur PGEE et service cantonal; facultatif: exploitant de STEP.

² Évaluation selon le concept du canton d'Argovie pour le contrôle de l'efficacité basé sur l'immission (cantón d'Argovie, 2009).

³ En cas de suspicion de présence de micro-organismes des eaux usées et d'indicateurs de nutriments, des échantillons peuvent être prélevés en vue d'une étude au microscope .

Plans d'eau et zones de retenue avec peu de courant	
	<p>Niveau 1: Analyse simple dans le cadre du PGEE (étude préliminaire) → <i>Chapitre 4.1</i></p>
But	<ul style="list-style-type: none"> Étude préliminaire afin de déterminer si une analyse de la qualité des eaux au niveau 2 est nécessaire
Intervalle	<ul style="list-style-type: none"> Conformément au cahier des charges type du PGEE (env. tous les 10 ans)
Moment favorable	<ul style="list-style-type: none"> Juillet/août, période où la végétation aquatique est pleinement développée
Qui	<ul style="list-style-type: none"> Planification et conclusions: équipe interdisciplinaire¹ Réalisation: hydrobiologiste
Où	<ul style="list-style-type: none"> Rejets selon module de base → <i>Choix des sites, chapitre 4.1.2</i>
Quoi et comment	<ul style="list-style-type: none"> Questions de contrôle concernant: boues, sédiments de l'évacuation des eaux de chaussées, déchets solides de l'assainissement urbain, atteintes mécaniques-hydrauliques, présence de tubificidés ou de chironomidés, végétation, cas spéciaux → <i>Instructions, chapitres 4.1.3 et 4.1.4</i>
Durée	<ul style="list-style-type: none"> En fonction des conditions locales et du projet global
Interprétation	<p>→ <i>Instructions, chapitre 4.1.5</i></p> <p>→ <i>Instructions, chapitre 4.2.5</i></p>

Tableau G3.2

Résumé des informations essentielles pour la réalisation des analyses des niveaux 1 et 2 pour les plans d'eau dans le cadre du PGEE et des contrôles d'efficacité des mesures (analyse détaillée)

→ *Chapitre 4.2*

- Planification dans le cadre des PGEE
- Priorisation des mesures
- Contrôle de l'efficacité des mesures

- Conformément au cahier des charges type du PGEE (env. tous les 10 ans)
- Contrôle d'efficacité en cas de besoin

→ *Chapitre 4.2.2*

- Rejets selon module de base lorsque:
 - la nécessité d'une analyse de niveau 2 a été déterminée lors de l'étude préliminaire
 - un contrôle d'efficacité est requis

→ *Choix des sites, chapitre 4.2.2*

- Aspect général, adapté pour les plans d'eau: boues, sulfure de fer, de l'assainissement urbain, autres déchets, organismes hétérotrophes
- Atteintes mécaniques-hydrauliques
- Végétation aquatiques, analyse détaillée
- Indicateurs auxiliaires
→ *Instructions, chapitres 4.2.3 et 4.2.4*

- En fonction des conditions locales et du nombre de rejets étudiés

→ *Instructions, chapitre 4.2.5*

¹ Hydrobiologiste, ingénieur PGEE et service cantonal; facultatif: exploitant de STEP.

2.2 Pour quels déversements le module G est-il utilisé? Précisions/Compléments au module B

Le module de base décrit en détail quand une analyse de la qualité des eaux selon le module G est nécessaire.

Déversement d'eaux pluviales dans les eaux:

La nécessité de réaliser une analyse de la qualité des eaux afin d'évaluer un déversement d'eaux de ruissellement existant ou nouveau est décidée d'entente avec le service cantonal de la protection des eaux. En général, un monitoring du point de rejet dans le milieu récepteur (niveau 1) est d'abord effectué afin d'identifier grossièrement les lacunes évidentes. Il est suivi d'une analyse approfondie de la qualité des eaux (niveau 2) aux points de rejet problématiques.

Une application peut être pertinente dans les cas suivants :

- S'il y a des indices donnant à penser qu'un déversement existant pollue les eaux.
- Comme base pour le contrôle des performances lors de la construction ou de la transformation d'installations de traitement importantes.
- Lors d'un déversement important compte tenu de la taille du cours d'eau récepteur (par exemple : quotient hydraulique de déversement $V = Q_{347}/Q_E < 0,2$ selon le Tableau B12).
- Pour le déversement dans un cours d'eau de taille petite ou moyenne d'eaux de chaussée atteignant plus de dix points de pollution (selon le tableau B8).

Déversement d'eaux unitaires dans les eaux

L'analyse de la qualité des eaux doit être réalisée pour tous les exutoires d'eaux unitaires, existants ou en projet. Il convient alors de distinguer si l'analyse de la qualité des eaux est réalisée dans le cadre d'une approche système d'ordre supérieur (PGEE par exemple) ou pour vérifier ou planifier un ouvrage particulier :

- Approche système – Démarche à deux niveaux:
 - Évaluation sommaire de tous les exutoires de l'assainissement urbain dans le bassin versant considéré au moyen d'un monitoring des points de rejet dans le milieu récepteur (niveau 1) afin d'identifier les exutoires qui posent des problèmes du point de vue du cours d'eau.
 - Analyse de la qualité des eaux pour évaluer les exutoires problématiques (niveau 2) afin de planifier et prioriser les mesures.
- Approche individuelle : Ici, l'analyse de la qualité des eaux est toujours appliquée pour évaluer les exutoires (niveau 2).

3 PROCÉDURE POUR LES COURS D'EAU DANS LE CADRE DES PLANS GÉNÉRAUX D'ÉVACUATION DES EAUX (PGEE)

Aperçu du déroulement :

1) Compilation d'informations générales sur l'état des eaux

Des données importantes sont fournies notamment par les jeux de données suivants : écomorphologie, plans de revitalisation, développement des cours d'eau, utilisation de la force hydraulique, qualité des eaux, cartes de protection des eaux, prélèvements d'eau dans les eaux superficielles, quantités et fréquences des déversements à partir des données de PGEE-I ou PGEE. Ces informations sont compilées au sein de l'équipe interdisciplinaire.

2) Sélection des rejets à analyser

L'ingénieur PGEE définit les rejets à analyser selon le chapitre 2.2. Cette sélection est débattue au sein de l'équipe interdisciplinaire.

3) Visite sur le terrain à titre d'étude préliminaire (niveau 1)

Dans l'idéal, les visites sont effectuées conjointement par l'hydrobiologiste et l'ingénieur PGEE. L'hydrobiologiste effectue une analyse de niveau 1 pour les cours d'eau. La décision concernant la nécessité de procéder à une analyse détaillée (niveau 2) est prise ensuite par l'équipe interdisciplinaire pour chaque rejet.

4) Analyses de niveau 2 (en cas de besoin)

Si nécessaire, les analyses de niveau 2 sont effectuées par l'hydrobiologiste selon les méthodes normalisées.

3.1 Niveau 1 pour cours d'eau (PGEE)

3.1.1 Conditions-cadres

Le **but** de l'analyse simple de niveau 1 dans les cours d'eau est de procéder à une étude préliminaire dans le cadre des PGEE. Il s'agit de déterminer si une analyse de la qualité des eaux pour l'évaluation des rejets (niveau 2) est nécessaire. Les analyses sont réalisées selon un **intervalle** de temps conforme au cahier des charges type du PGEE, soit env. tous les dix ans. En théorie, l'analyse est possible toute l'année. Le **moment favorable** est choisi en fonction de la période où le rejet est actif. Cependant, l'analyse ne devrait pas être effectuée dans les deux à trois semaines qui suivent une période de fortes pluies ou des épisodes de crue. La **durée nécessaire** est d'environ 30 minutes par rejet, mais elle dépend des conditions locales. La **responsabilité** incombe à une équipe interdisciplinaire composée d'un hydrobiologiste, d'un ingénieur PGEE, du service cantonal et éventuellement d'un exploitant de STEP. Cette équipe intervient dans la planification et l'établissement des conclusions. L'analyse est réalisée par l'hydrobiologiste.

3.1.2 Choix des sites d'étude

Les rejets dans des cours d'eau dont les effets doivent être évalués dans le cadre d'un traitement de PGEE sont définis dans un dialogue entre la commune/le syndicat des eaux usées et le service cantonal de la protection des eaux. Le choix repose sur les prescriptions du module de base. L'ingénieur PGEE établit un plan et une liste comprenant les coordonnées de tous les ouvrages et rejets. Il est important de connaître l'emplacement exact du rejet sur le terrain.

Les analyses pour cours d'eau au niveau 1 sont réalisées sur au moins quatre stations (Figure G1): en amont du rejet (station de référence), en aval du rejet ainsi que directement près du rejet et dans le tuyau/la canalisation. Les analyses en aval du rejet sont réalisées dans la zone directement affectée

(env. 5 à 20 m en aval, selon le cours d'eau) car c'est là que l'on observe le plus souvent la plus forte charge. Cependant, il peut arriver que les effets d'un déversement ne soient pas perceptibles juste en aval du rejet mais plus loin, par exemple dans des zones de sédimentation. Il peut donc y avoir d'autres endroits critiques à analyser. L'hydrobiologiste ou l'équipe interdisciplinaire décide si des analyses sont également requises à ces emplacements.

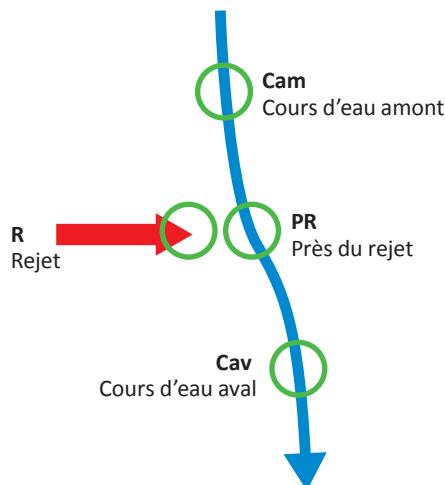
Si possible, les habitats des stations en amont et en aval du rejet doivent être identiques et d'autres impacts, p. ex. par des rejets supplémentaires, doivent être exclus. Les deux stations supplémentaires servent d'aide à l'interprétation. Les analyses sont effectuées de l'aval vers l'amont du cours d'eau afin qu'elles n'influent pas sur la/les station(s) en aval.

Les mesures de biosécurité (annexe 6) et les règles de sécurité (annexe 7) doivent être respectées lors des analyses de la qualité des eaux.

Figure G1

Aperçu des stations étudiées :

- en amont du rejet (cours d'eau amont [Cam])
- près du rejet (Près du rejet [PR])
- dans le rejet (Rejet [R]) et
- en aval du rejet (cours d'eau aval [Cav])



Sur toutes les stations, les éléments suivants doivent être photographiés au minimum :

- Au rejet, la photo doit être prise si possible depuis la rive opposée (rejet sur la photo). En cas d'impossibilité de traverser le cours d'eau, la photo peut aussi être prise sur la même rive.
- Amont : les photos doivent prouver l'état général des eaux en amont du rejet (c'est-à-dire l'état de référence). Selon la situation, la station de prélèvement peut être photographiée vers l'amont ou vers l'aval.
- Aval : les photos doivent prouver les éventuelles atteintes dues au rejet. Selon la situation, la station de prélèvement peut être photographiée vers l'amont ou vers l'aval.

3.1.3 Paramètres à étudier

Tous les paramètres selon le module Aspect général du SMG sont étudiés :

- Boues
- Turbidité
- Coloration
- Mousse
- Odeur
- Sulfure de fer
- Colmatage
- Déchets solides de l'assainissement urbain
- Organismes hétérotrophes
- Algues
- Autres déchets (relevés à titre d'information mais ne rentrent pas dans l'appréciation)
- Plantes aquatiques et mousses (relevées à titre d'information mais ne rentrent pas dans l'appréciation)

Par ailleurs, en cas de besoin, un échantillonnage détaillé des algues et des microorganismes des eaux usées est effectué. De plus, des signes d'atteintes mécaniques-hydrauliques et de modifications du lit du cours d'eau sont recherchés dans la zone du rejet (méthodes au chapitre 3.1.4.2).

Les méthodes de relevé des paramètres sont présentées au chapitre 3.1.4. Le formulaire de terrain figure en annexe 1. Il est également disponible sous forme numérique (feuille Excel). Des informations sur les différents paramètres sont rassemblées au chapitre 7.

3.1.4 Description des méthodes d'analyse

3.1.4.1 Aspect général

Tous les paramètres du module Aspect général du SMG sont étudiés. Le document «Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau – Aspect général» (Binderheim & Göggel, 2007) décrit en détail les paramètres, les méthodes d'analyse et l'appréciation. Il est particulièrement important de préciser les causes (naturelles, artificielles, inconnues) des résultats observés car une évaluation définitive ne peut être faite qu'à cette condition. Il est à noter toutefois que certaines influences et atteintes d'origine artificielle dans un cours d'eau ne sont pas nécessairement imputables au rejet étudié.

En cas de suspicion de présence de microorganismes des eaux usées (indicateurs de pollution organique), des échantillons d'organismes hétérotrophes peuvent être prélevés en plus des analyses standard du niveau 1 pour être examinés vivants au microscope le jour même ou le lendemain. Si cela n'est pas possible dans ce délai, ils doivent être fixés dans une solution de formol à 4%. Les groupes d'espèces suivants sont étudiés en laboratoire : *Sphaerotilus*, bactéries filamenteuses, bactéries isolées, champignons, véritables champignons des eaux usées, ciliés sessiles («arbrisseau»), flagellés (incolores) et amibes (*Heliozoa*).

En cas de suspicion de présence d'indicateurs de pollution par les nutriments, des échantillons d'algues peuvent être prélevés en plus des analyses standard du niveau 1 pour être examinés vivants au microscope le jour même ou le lendemain. Si cela n'est pas possible dans ce délai, ils doivent être fixés dans une solution de formol à 4%. Les groupes d'espèces suivants sont étudiés en laboratoire : algue verte *Cladophora*, algue vert-jaune *Vaucheria* et les cyanobactéries *Phormidium autumnale/Oscillatoria* et *Phormidium Incrustatum*. En cas de besoin, d'autres taxons peuvent être déterminés.

Ces deux relevés ne rentrent pas dans l'appréciation mais servent d'aide supplémentaire à l'interprétation.

3.1.4.2 Signes d'atteintes mécaniques-hydrauliques et modifications du lit du cours d'eau

Les modifications suivantes de la structure du cours d'eau dans la zone directement affectée par le rejet sont relevées et appréciées :

- Affouillement
- Érosion par l'eau
- Dépôts
- Modifications de la composition du substrat

L'appréciation est effectuée en trois niveaux : aucun/faible, moyen, élevé. Cependant, cette appréciation ne rentre pas dans l'évaluation du rejet. Des atteintes mécaniques-hydrauliques telles qu'un affouillement devant le rejet indiquent un débit de pointe élevé (ou bien une construction ou une réalisation du rejet incorrecte du point de vue hydraulique). Les mesures pour y remédier sont principalement de nature constructive et doivent être déterminées dans le cadre du PGEE. La marche à suivre en cas de signes d'atteintes mécaniques-hydrauliques et de modifications du lit du cours d'eau est discutée au sein de l'équipe interdisciplinaire.

3.1.5 Interprétation de l'analyse pour l'étude préliminaire (niveau 1)

Les étapes de travail suivantes sont nécessaires pour l'interprétation des analyses de niveau 1 :

- Évaluation des paramètres individuels :** le tableau G4 montre les paramètres de l'Aspect général qui sont relevés lors du niveau 1 pour les cours d'eau et évalués selon les prescriptions du module Aspect général du SMG. Lorsqu'un des paramètres de l'Aspect général reflète des conditions strictement naturelles (ou que les atteintes observées ne sont pas dues au rejet étudié), il n'apparaît pas utile de procéder à des enquêtes complémentaires pour ce paramètre dans le cadre du PGEE.
- Agrégation des paramètres individuels :** L'évaluation des différentes stations étudiées (p.ex. Cav = Cours d'eau aval) repose sur une agrégation «worst case», c'est-à-dire que l'évaluation globale de la station correspond à la plus mauvaise évaluation individuelle (meilleure évaluation = classe 1, plus mauvaise évaluation = classe 3, pas clair = classe 4, impossible de se prononcer = classe 5).
- Comparaison référence – station en aval du rejet :** L'impact d'un rejet est déterminé en comparant les évaluations des paramètres individuels du site de référence à celles du site en aval du rejet. Les résultats de la comparaison des paramètres individuels sont ensuite agrégés selon une approche «worst case» afin de déterminer l'influence du rejet. (tableau G5).
- Classification du degré d'impact :** Le degré d'impact du rejet est évalué à l'aide de trois niveaux (aucun, faible/moyen et élevé) (tableau G5).

Tableau G4

Évaluation des paramètres de l'Aspect général, répartition dans les classes d'état. Évaluation séparée de la station de référence et de la station en aval du rejet au niveau 1 – Cours d'eau. Classe 1 = meilleure évaluation, classe 3 = plus mauvaise évaluation, classe 4 = pas clair, classe 5= impossible de se prononcer

Aspect général	Classes				
	1	2	3	4	5
Boues	pas de boue	peu/moyen	beaucoup	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Turbidité	turbidité nulle	faible/moyenne	forte	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Coloration	aucune	faible/moyenne	forte	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Mousse	pas de mousse	peu/moyen	beaucoup	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Odeur	aucune	faible/moyenne	forte	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Sulfure de fer	pas de sulfure de fer 0%	peu/moyen <25 %	beaucoup >25 %	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Colmatage	aucun	faible/moyen	fort	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Déchets solides	aucun	isolés	nombreux	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Organismes hétérotrophes	aucun/sporadique	peu	moyen/beaucoup	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Algues	aucune/peu <10%	moyen 10–50%	beaucoup >50%	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Agrégation des paramètres individuels dans une évaluation globale Aspect général	↓ Agrégation «worst case» (plus mauvaise évaluation individuelle)				
État des eaux	bon	moyen	mauvais	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Étape suivante	↓ Suite au tableau G5			↓ Voir chapitre 3.1.5.1: la suite de la procédure est décidée par l'équipe interdisciplinaire.	

¹ Si l'origine est inconnue (on ne sait pas si elle est naturelle ou artificielle).

² Impossible de se prononcer: En l'absence de référence (p.ex. cours d'eau alimenté principalement par le rejet).

		Degré d'impact du rejet (comparaison référence – aval du rejet pour chaque paramètre)		
		Evaluation des paramètres individuels en amont du rejet (référence)		
Aspect général (paramètres: boues, turbidité, coloration, mousse, odeur, sulfure de fer, colmatage, déchets solides, organismes hétérotrophes, algues)		bon	moyen	mauvais
Evaluation des paramètres individuels en aval du rejet	bon	aucun	pas clair ¹	pas clair ¹
	moyen	faible/moyen	aucun	pas clair ¹
	mauvais	élevé	faible/moyen	aucun

Tableau G5
Évaluation de l'impact d'un déversement à partir de l'Aspect général au niveau 1 – Cours d'eau

¹ En l'absence de station de référence appropriée (p. ex. la valeur d'un ou de plusieurs paramètres est plus élevée à la référence qu'en aval du rejet).

3.1.5.1 Appréciation de la nécessité d'une analyse détaillée de la qualité des eaux pour évaluer les rejets (niveau 2)

La décision de procéder à une analyse de la qualité des eaux pour l'évaluation des rejets (analyse détaillée, niveau 2) est prise par l'équipe interdisciplinaire pour chaque rejet.

Si le rejet a un impact, c'est-à-dire une évaluation **faible/moyen** ou **élevé**, une analyse de la qualité des eaux au niveau 2 est nécessaire.

Si le degré d'impact du rejet n'est pas clair ou s'il est impossible de se prononcer, l'équipe interdisciplinaire décide si une analyse de niveau 2 est nécessaire.

3.2 Niveau 2 pour cours d'eau (PGEE)

3.2.1 Conditions-cadres

Le **but** de l'analyse détaillée de la qualité des eaux (niveau 2) est d'évaluer l'impact des rejets de l'assainissement urbain sur les cours d'eau. L'analyse sert d'une part à planifier et prioriser les mesures dans le cadre d'un traitement de PGEE et d'autre part à contrôler l'efficacité des mesures après des modifications du système d'assainissement urbain. Les analyses sont réalisées selon un **intervalle** de temps conforme au cahier des charges type du PGEE (env. tous les dix ans). L'intervalle des contrôles de l'efficacité est défini selon les besoins.

En théorie, l'analyse est possible toute l'année. Le **moment favorable** est choisi en fonction de la période où le rejet est actif. Cependant, l'analyse ne devrait pas être effectuée dans les deux à trois semaines qui suivent une période de fortes pluies ou des épisodes de crue. Le printemps est la période idéale pour l'échantillonnage des macroinvertébrés (fenêtre d'échantillonnage recommandée selon le SMG). Cependant, il est possible que cette période d'analyse ne soit pas nécessairement la meilleure pour l'analyse dans le cadre du module G car le rejet ne doit pas avoir été inactif pendant une longue durée.

La **durée** est d'environ deux heures par rejet, mais elle dépend des conditions locales. La **responsabilité** incombe à l'équipe interdisciplinaire composée d'un ingénieur PGEE, d'un hydrobiologiste, du service cantonal et éventuellement de l'exploitant de STEP. Les analyses sont réalisées par l'hydrobiologiste.

3.2.2 Choix des sites d'étude

Les rejets suivants sont étudiés dans le cours d'eau :

- Rejets de l'assainissement urbain pour lesquels la nécessité d'une analyse détaillée de la qualité des eaux (niveau 2) a été déterminée lors de l'étude préliminaire (niveau 1).
- Rejets pour lesquels un contrôle de l'efficacité est nécessaire.

Le choix des rejets repose sur les prescriptions du module de base.

Comme au niveau 1, les paramètres de l'Aspect général au niveau 2 pour les cours d'eau sont également relevés sur au moins quatre stations : en amont du rejet (station de référence), en aval du rejet dans la zone directement affectée ainsi que près du rejet et dans le tuyau/la canalisation (Figure G1). Voir une description détaillée au chapitre 3.1.2.

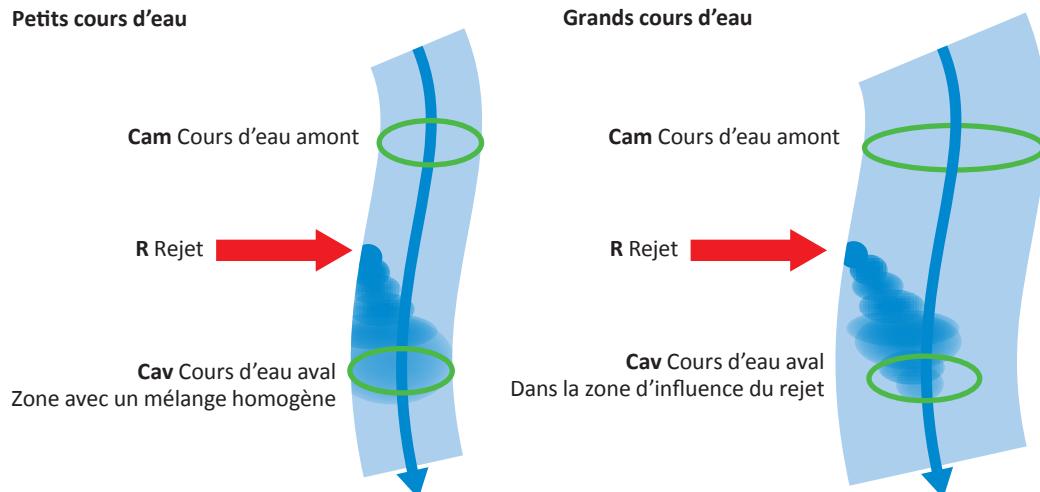
L'échantillonnage des macroinvertébrés est effectué en amont (station de référence) et en aval du rejet (Figure G2) ainsi que, si nécessaire, en des points critiques supplémentaires en aval (zones de sédimentation, voir niveau 1). Si possible, lors de cet échantillonnage, les habitats étudiés en amont et en aval du rejet doivent être identiques et d'autres impacts, par exemple des rejets supplémentaires, doivent être exclus. Dans les petits cours d'eau, la station en aval du rejet doit être choisie de façon à ce qu'elle se trouve dans la zone affectée par le rejet et que le mélange avec l'eau courante soit homogène. Dans les grands cours d'eau, elle doit se trouver dans la zone affectée par le rejet. Les analyses sont effectuées de l'aval vers l'amont du cours d'eau afin qu'elles n'influent pas sur la/les station(s) en aval. Les mesures de biosécurité (annexe 6) et les règles de sécurité (annexe 7) doivent être respectées lors des analyses de la qualité des eaux.

Sur toutes les stations, les éléments suivants doivent être photographiés au minimum :

- Au rejet, la photo doit être prise si possible depuis la rive opposée (rejet sur la photo). En cas d'impossibilité de traverser le cours d'eau, la photo peut aussi être prise sur la même rive.
- Amont : les photos doivent prouver l'état général des eaux en amont du rejet (c'est-à-dire l'état de référence). Selon la situation, la station de prélèvement peut être photographiée vers l'amont ou vers l'aval.
- Aval : les photos doivent prouver les éventuelles atteintes dues au déversement. Selon la situation, la station de prélèvement peut être photographiée vers l'amont ou vers l'aval.

Figure G2

Stations de prélèvement des macroinvertébrés (cercles verts).



3.2.3 Paramètres à étudier

Lors de l'analyse détaillée de la qualité des eaux dans les cours d'eau (niveau 2), tous les paramètres selon le module Aspect général du SMG sont étudiés :

- Boues
- Turbidité
- Coloration
- Mousse
- Odeur
- Sulfure de fer
- Colmatage
- Déchets solides de l'assainissement urbain
- Organismes hétérotrophes
- Algues
- Autres déchets (relevés à titre d'information mais ne rentrent pas dans l'appréciation)
- Plantes aquatiques et mousses (relevées à titre d'information mais ne rentrent pas dans l'appréciation)

Même si les paramètres de l'Aspect général ont déjà été relevés au niveau 1, ils doivent être à nouveau analysés au niveau 2. Des fluctuations saisonnières de la valeur d'un paramètre sont possibles. En outre, cette deuxième analyse permet de confirmer les résultats du niveau 1 et sert de base à la planification des mesures ainsi qu'au contrôle de l'efficacité.

En cas de besoin, un échantillonnage détaillé des algues et des microorganismes des eaux usées est effectué. De plus, comme au niveau 1, des signes d'atteintes mécaniques-hydrauliques et de modifications du lit du cours d'eau sont recherchés dans la zone du rejet (méthode au chapitre 3.2.4.2).

Le cœur du niveau 2 pour les cours d'eau est l'analyse de la composition en macroinvertébrés.

Dans certains cas, il peut être recommandé de relever en complément la répartition des diatomées à l'aide du module Diatomées du SMG (Hürlimann & Niederhauser, 2007). Cela vaut en particulier pour des projets importants, en cas de mauvaise qualité de l'écomorphologie, dans des eaux déjà polluées, en cas d'apports d'eaux pluviales (du fait du temps de génération plus court des diatomées) ou en cas de suspicion justifiée. L'analyse est réalisée généralement entre deux et quatre semaines après un fort épisode pluvieux. La décision de savoir si des analyses supplémentaires sont nécessaires et lesquelles est prise au sein d'une équipe interdisciplinaire composée d'un hydrobiologiste, d'un ingénieur PGEE, du service cantonal et, éventuellement, de l'exploitant de STEP.

Les méthodes de relevé des paramètres sont présentées au chapitre 3.2.4. Le formulaire de terrain figure en annexe 2. Il est également disponible sous forme numérique (feuille Excel). Des informations sur les différents paramètres sont rassemblées au chapitre 7.

3.2.4 Description des méthodes d'analyse

3.2.4.1 Aspect général

Pour le niveau 2 dans les cours d'eau, tous les paramètres du module Aspect général du SMG sont étudiés de manière analogue au niveau 1.

Le document «Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau – Aspect général» (Binderheim & Göggel, 2007) décrit en détail les paramètres, les méthodes d'analyse et l'appréciation. Il est particulièrement important de préciser les causes (naturelles, artificielles, inconnues) des résultats observés car une évaluation définitive ne peut être faite qu'à cette condition. Il est à noter toutefois que certaines influences et atteintes d'origine artificielle dans un cours d'eau ne sont pas nécessairement imputables au rejet étudié.

En cas de suspicion de présence de microorganismes des eaux usées (indicateurs de pollution organique), des échantillons d'organismes hétérotrophes peuvent être prélevés en plus des analyses standard du niveau 2 pour être examinés vivants au microscope le jour même ou le lendemain. Si cela n'est pas possible dans ce délai, ils doivent être fixés dans une solution de formol à 4%. Les groupes d'espèces suivants sont étudiés en laboratoire : *Sphaerotilus*, bactéries filamenteuses, bactéries isolées, champignons, véritables champignons des eaux usées, ciliés sessiles («arbrisseau»), flagellés (incolores) et amibes (*Amoebae*).

En cas de suspicion de présence d'indicateurs de pollution par les nutriments ou de pollution organique, des échantillons d'algues peuvent être prélevés pour être examinés vivants au microscope le jour même ou le lendemain. Si cela n'est pas possible dans ce délai, ils doivent être fixés dans une solution de formol à 4%. Les groupes d'espèces suivants sont étudiés en laboratoire : algue verte *Cladophora*, algue vert-jaune *Vaucheria* et les cyanobactéries *Phormidium autumnale*/*Oscillatoria* et *Phormidium Incrustatum*. En cas de besoin, d'autres taxons peuvent être déterminés.

Ces deux relevés ne rentrent pas dans l'appréciation mais servent d'aide à l'interprétation.

3.2.4.2 Signes d'atteintes mécaniques-hydrauliques et modifications du lit du cours d'eau

Les modifications suivantes de la structure du cours d'eau dans la zone directement affectée par le rejet sont relevées et appréciées :

- Affouillement
- Érosion par l'eau
- Dépôts
- Modifications de la composition du substrat

L'appréciation est effectuée en trois niveaux : aucun/faible, moyen, élevé. Cependant, cette appréciation ne rentre pas dans l'évaluation du rejet. Des atteintes mécaniques-hydrauliques telles qu'un affouillement devant le rejet indiquent un débit de pointe élevé ou une construction ou une réalisation du rejet incorrecte du point de vue hydraulique. Les mesures pour y remédier sont principalement de nature constructive et doivent être déterminées dans le cadre du PGEE. La marche à suivre en cas de signes d'atteintes mécaniques-hydrauliques et de modifications du lit du cours d'eau est discutée au sein de l'équipe interdisciplinaire.

3.2.4.3 Macroinvertébrés

Pour l'analyse de la qualité des eaux de niveau 2, la composition en macroinvertébrés est également étudiée en plus de l'aspect général et des atteintes mécaniques-hydrauliques.

Le relevé des macroinvertébrés se base sur la méthode développée par le canton de Vaud pour l'évaluation efficace de la dégradation amont-aval suite à des déversements et/ou des pollutions des eaux (Canton de Vaud, 2021).



Cette méthode n'est pas destinée à l'appréciation générale de l'état des eaux. Elle sert à comparer une station de référence avec une station d'un cours d'eau affectée par des eaux usées.

L'évaluation du site de prélèvement à l'aide de la note Macrozoobenthos (note MZB) repose sur la composition des communautés biocénotiques selon une méthode semblable à celle du module SMG Macrozoobenthos (OFEV 2019). On évalue la perturbation générée par le rejet en calculant la différence des notes MZB de la station amont (référence) et aval. La méthode présentée ici diffère de la méthode IBCH (indice selon le SMG) par les points suivants :

- Elle n'est pas destinée à l'appréciation générale de l'état des eaux mais sert à comparer une station de référence avec une station étudiée.
- Pas de fenêtre d'échantillonnage définie.
- Nombre inférieur d'échantillons.
- Pas de laboratoire : tri et détermination sur le terrain.

Avantages de la méthode présentée ici :

- Évaluation rapide
- Échantillonnage simplifié
- Applicable toute l'année
- Détermination sur le terrain

Limites de la méthode présentée ici :

- Ne peut pas être utilisée pour l'appréciation générale de l'état biologique des eaux.
- Ne peut être utilisée que pour comparer deux stations voisines et échantillonnées simultanément ayant si possible une structure et un substrat semblables.
- Elle est moins efficace dans les cours d'eau déjà pollués.
- Selon la saison, tous les taxons ne peuvent pas être observés. Cependant, comme il s'agit d'une comparaison entre deux stations échantillonnées simultanément, cela n'a pas d'effet sur l'évaluation globale.
- La méthode est conçue pour des petits et moyens cours d'eau du Plateau et des Préalpes.
- Une station de référence est absolument nécessaire.
- La détermination des macroinvertébrés doit être effectuée par des spécialistes ayant de bonnes connaissances taxonomiques.

Matériel de prélèvement

- Filet kicknet IBCH, normalisé 25×25 cm (OFEV, 2019)
- Brucelles
- Loupe de botaniste (facteur de grossissement 10×)
- Quatre bacs de laboratoire (300/400 mm)
- Liquide de fixation (alcool à 85%) et quatre récipients (max. 1 l) pour d'éventuels contrôles en laboratoire
- «Aide à la détermination des macroinvertébrés» pour la détermination sur le terrain et éventuellement d'autres ouvrages de détermination (p. ex. Tachet et al, 2000)
- Formulaire Macroinvertébrés (annexe 2)

Échantillonnage

L'échantillonnage a pour objectif de permettre une bonne comparaison des échantillons de macroinvertébrés prélevés en aval (Cav) et en amont (Cam) du rejet et de faciliter leur interprétation sur le terrain. Les points suivants doivent être pris en compte à cet effet :

- L'échantillonnage doit être réalisé en dehors des périodes de crues, d'étiages sévères ou de forte turbidité (si celle-ci n'est pas due au déversement).
- Les biotopes/habitats étudiés en amont et en aval du rejet doivent être identiques (notamment substrat et vitesse d'écoulement). C'est pourquoi il faut d'abord inspecter les habitats en aval et en amont du rejet avant de déterminer lesquels étudier.
- Quatre habitats sont échantillonnés au total. La sélection doit être représentative de la station et si possible effectuée dans l'ordre décroissant d'habitabilité des substrats selon l'OFEV (2019). Si la répartition des habitats en aval a été modifiée sous l'effet du rejet, d'autres habitats ayant une habitabilité supérieure sont échantillonnés.
- L'échantillon est d'abord prélevé en aval du rejet, puis en amont.
- L'échantillon peut être prélevé par kick-sampling, travail à la main, secouage de plantes ou retourne-ment de pierres et collecte au filet, avec à chaque fois la même durée et le même effort de travail pour le prélèvement en aval et en amont du rejet.
- Des paramètres abiotiques permettent une meilleure interprétation des données des macroinvertébrés. C'est pourquoi il est recommandé de mesurer également sur le terrain la température, le pH, la teneur en oxygène et la conductivité.
- En cas d'impossibilité de trouver un site de référence approprié ou si la pollution préexistante est trop importante pour pouvoir faire une distinction, des analyses plus poussées sont éventuellement nécessaires en concertation avec l'équipe interdisciplinaire.

Préparation des échantillons/Détermination

Les déterminations doivent être effectuées par un hydrobiologiste spécialiste des macroinvertébrés. Il peut recourir à l'aide à la détermination sur le terrain ainsi qu'au guide de détermination des macroinvertébrés (Tachet et al., 2000).

Sur le terrain, les échantillons doivent être répartis dans les bacs de façon à garantir une analyse efficace. Les principales étapes de travail et recommandations sont les suivantes :

- Les quatre échantillons d'habitat par station de prélèvement sont transférés dans des bacs de laboratoire précédemment remplis de quelques centimètres d'eau claire du cours d'eau. Les échantillons sont débarrassés de la matière organique grossière et des cailloux. Les organismes doivent pouvoir être trouvés facilement dans les bacs et aussi complètement que possible. La figure G3 montre la quantité de matériau idéale pour un tri et une détermination optimaux. S'il y a peu de matériau de prélèvement, il est possible de réduire le nombre de bacs en étudiant le matériel de plusieurs habitats dans un bac commun.
- Les individus sont déterminés sur le terrain à l'aide d'une loupe, si possible jusqu'au rang de la famille ou au rang supérieur identifiable. Si des taxons différents peuvent être distingués mais non déterminés, ils peuvent être inscrits dans le formulaire comme Taxa sp. 1, Taxa sp. 2. Si nécessaire, des contrôles complémentaires d'individus isolés peuvent être effectués en laboratoire. Cela est particulièrement recommandé pour les taxons EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) car leur GI (voir chapitre 3.2.5.2) peut varier fortement d'une famille à l'autre.
- Pour chaque taxon, le nombre d'individus est compté jusqu'à dix, au-delà il est estimé. Cette abondance peut être notée séparément par bac dans le formulaire (voir formulaire en annexe 2). Seul le total par taxon est requis pour l'interprétation. La répartition dans les habitats ne joue aucun rôle. Les individus morts ne sont pas pris en compte dans l'appréciation, mais ils sont notés.
- La liste des taxons figurant le formulaire n'est pas exhaustive. Elle peut être complétée par l'utilisateur en cas de besoin.

Autres observations importantes et indicateurs auxiliaires :

- Des grandes quantités d'individus morts indiquent une pointe de pollution et doivent être mentionnées dans les remarques.
- Les indicateurs auxiliaires suivants sont relevés :
 - indicateurs de pollution : Chironomidae rouges avec appendices, Erpobdellidae, Asellus, Tubificidae
 - Plecoptera comme indicateurs de la bonne qualité de l'eau.

Figure G3

Quantité de matériau idéale pour le tri et la détermination.



3.2.5 Interprétation de l'analyse de la qualité des eaux pour l'évaluation des rejets dans les cours d'eau (niveau 2)

L'analyse sert à déterminer l'impact du rejet sur les eaux. Le besoin d'intervention correspondant et les mesures de protection des eaux peuvent être ensuite déterminés sur cette base.

3.2.5.1 Appréciation à l'aide de l'Aspect général

Les étapes de travail suivantes sont nécessaires :

- Évaluation des paramètres individuels :** le tableau G6 montre les paramètres de l'Aspect général qui sont relevés lors du niveau 2 pour les cours d'eau et évalués selon les prescriptions du module Aspect général du SMG.
Lorsqu'un des paramètres de l'Aspect général reflète des conditions strictement naturelles (ou que les atteintes observées ne sont pas dues au rejet étudié), il n'apparaît pas utile de procéder à des enquêtes complémentaires pour ce paramètre dans le cadre du PGEE.
- Agrégation des paramètres individuels :** L'évaluation des différentes stations étudiées (p.ex. Cac = Cours d'eau aval) repose sur une agrégation «worst case», c'est-à-dire que l'évaluation globale de la station correspond à la plus mauvaise évaluation individuelle (meilleure évaluation = classe 1, plus mauvaise évaluation = classe 3, pas clair = classe 4, impossible de se prononcer = classe 5).
- Comparaison référence – station en aval du rejet :** L'impact d'un rejet est déterminé en comparant les évaluations des paramètres individuels du site de référence à celles du site en aval du rejet. Les résultats de la comparaison des paramètres individuels sont ensuite agrégés selon une approche «worst case» afin de déterminer l'influence du rejet (tableau G7).
- Classification du degré d'impact :** Le degré d'impact du rejet est évalué à l'aide de trois niveaux (aucun, faible/moyen et élevé) (tableau G7).

Aspect général	Classes				
	1	2	3	4	5
Boues	pas de boue	peu/moyen	beaucoup	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Turbidité	turbidité nulle	faible/moyenne	forte	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Coloration	aucune	faible/moyenne	forte	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Mousse	pas de mousse	peu/moyen	beaucoup	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Odeur	aucune	faible/moyenne	forte	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Sulfure de fer	pas de sulfure de fer 0%	peu/moyen <25%	beaucoup >25%	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Colmatage	aucun	faible/moyen	fort	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Déchets solides	aucun	isolés	nombreux	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Organismes hétérotrophes	aucun/sporadique	peu	moyen/beaucoup	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Algues	aucune/peu <10%	moyen 10–50%	beaucoup >50%	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Agrégation des paramètres individuels dans une évaluation globale Aspect général	↓ Agrégation «worst case» (plus mauvaise évaluation individuelle)				
État des eaux	bon	moyen	mauvais	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Étape suivante	↓ Suite au tableau G7			↓ Suite au tableau G12	

Tableau G6
Évaluation des paramètres de l'Aspect général, répartition dans les classes d'état. Évaluation séparée de la station de référence et de la station en aval du rejet au niveau 2 – Cours d'eau.
Classe 1 = meilleure évaluation, classe 3 = plus mauvaise évaluation, classe 4 = pas clair, classe 5 = impossible de se prononcer

¹ Si l'origine est inconnue (on ne sait pas si elle est naturelle ou artificielle).

² Impossible de se prononcer : En l'absence de référence (p.ex. cours d'eau alimenté principalement par le rejet).

Tableau G7

Évaluation d'un rejet à partir de l'Aspect général au niveau 2 – Cours d'eau.

		Degré d'impact du rejet (comparaison référence – aval du rejet pour chaque paramètre)		
		Evaluation des paramètres individuels en amont du rejet (référence)		
Aspect général (paramètres : boues, turbidité, coloration, mousse, odeur, sulfure de fer, colmatage, déchets solides, organismes hétérotrophes, algues)		bon	moyen	mauvais
Evaluation des paramètres individuels en aval du rejet	bon	aucun	pas clair ¹	pas clair ¹
	moyen	faible/moyen	aucun	pas clair ¹
	mauvais	élevé	faible/moyen	aucun

¹ En l'absence de station de référence appropriée (p. ex. la valeur d'un ou de plusieurs paramètres est plus élevée à la référence qu'en aval du rejet).

3.2.5.2 Appréciation à l'aide des macroinvertébrés

On évalue la perturbation générée par le rejet en calculant la différence des notes MZB des stations amont (référence) et aval. Elle peut être calculée automatiquement à l'aide du formulaire (annexe 2).

Les notes MZB des stations en amont et en aval du rejet sont basées sur la diversité des organismes rencontrés (nombre d'unités systématiques présentes) et sur la sensibilité de certains taxons à la pollution. Le calcul de la note repose sur la liste des taxons complétée sur le terrain et utilisée pour déterminer le groupe faunistique indicateur (GI) et la classe de variété (VT) sur la base de la variété taxonomique. Les notes sont ensuite corrigées si des indicateurs auxiliaires ont été trouvés ou, en cas de besoin, en raison de l'évaluation d'expert.

Le GI est un indicateur de la présence d'espèces sensibles à la pollution par les rejets. La détermination du groupe faunistique indicateur repose sur les taxons ayant la sensibilité la plus élevée, soit le GI maximum (tableau G8). Les taxons doivent être représentés par au moins un individu. S'il n'est pas possible de procéder à la détermination au rang de la famille, aucune valeur de GI n'est attribuée, à l'exception des ordres suivants (voir aussi formulaire en annexe 2) :

- Annelida GI = 1
- Mollusca (Gastropoda et Bivalvia), Amphipoda, Ephemeroptera GI = 2
- Trichoptera GI = 3
- Plecoptera GI = 5

Remarque : la présence d'un individu isolé d'un taxon ayant un GI élevé peut influencer fortement l'évaluation de l'atteinte. Si les experts soupçonnent fortement que ce taxon a été transporté par dérive, il ne doit pas être pris en compte.

Tableau G8

Détermination du groupe faunistique indicateur.

Taxons	Chloroperlidae Perlidae Perlodidae	Capniidae Brachycentridae Philopotamidae Beraeidae	Glossosomatidae Goeridae Taeniopterygidae Odontoceridae	Lepidostomatidae Sericostomatidae Ephemeridae Leuctridae Leptophlebiidae	Hydroptilidae Heptageniidae Polymitarcidae Potamanthidae Nemouridae
GI	9	8	7	6	5
Taxons	Leptoceridae Polycentropodidae Psychomyidae Rhyacophilidae	Limnephilidae Hydropsychidae Ephemerellidae Aphelocheiridae	Baetidae Caenidae Elmidae Gammaridae Mollusca	Chironomidae Asellidae Hirudinea Oligochaeta	
GI	4	3	2	1	

La classe de variété (VT) est déterminée à l'aide de la variété taxonomique présente (Tableau G9). Si par exemple 7 taxons différents sont trouvés, cela correspond à une classe de variété de 3

Variété taxonomique	1–3	4–6	7–9	10–12	13–16	17–20	21–24	25–28	29–32	33–36	37–40	41–44	45–49	≥50
Classe de variété	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Tableau G9
Détermination de la classe de variété taxonomique.

Correction de l'évaluation à l'aide des indicateurs auxiliaires et de l'évaluation d'expert

Les taxons des indicateurs auxiliaires sont répartis dans les classes d'abondance suivantes (C1–C5) :

C1 : 0–3 individus

C2 : 4–10 individus

C3 : 11–100 individus

C4 : 101–1000 individus

C5 : >1000 individus

Si la station en aval du rejet et la station de référence diffèrent d'au moins une classe d'abondance, cela signifie une présence accrue/réduite d'indicateurs auxiliaires. Dans ce cas, l'évaluation de l'atteinte est augmentée ou réduite d'un point (Tableau G10).

De plus, l'évaluation d'expert permet de mieux prendre en compte des particularités qui n'entrent pas dans les valeurs calculées (p. ex. densités d'individus, indicateurs de pollution, taxons EPT, etc.). L'estimation par l'expert peut augmenter ou réduire l'appréciation d'un point au maximum.

Indicateur	Effet sur la note f (indicateur auxiliaire)
Présence accrue ¹ d'indicateurs de pollution, tels que chironomidés rouges avec appendices, Erpobdellidae, Asellus, tubificidés, en aval du rejet et/ou Présence réduite ¹ d'indicateurs d'une bonne qualité de l'eau (p. ex. plécoptères) en aval du rejet	-1
Présence accrue ¹ d'indicateurs d'une bonne qualité de l'eau (par exemple plécoptères) en aval du rejet	+1

Tableau G10
Note des indicateurs auxiliaires.

¹ Différence aval du rejet – référence ≥ classe d'abondance

L'évaluation du degré d'impact du rejet à l'aide des macroinvertébrés repose sur la différence entre la note MZB de la station de référence en amont et la station en aval du rejet.

Note MZB

Dans un premier temps, on calcule séparément la note MZB pour le site de prélèvement en aval et en amont du rejet comme suit :

$$\text{Note MZB} = (\text{VT} + \text{GI}) - 1$$

Évaluation du degré d'impact

Dans un deuxième temps, on calcule la différence entre la station en aval du rejet et la référence (station en amont). Les indicateurs auxiliaires et l'estimation par l'expert (chapitre 3.2.4.3) sont inclus dans ce calcul.

$$D \text{ (note MZB)} = \text{note MZB (aval)} - \text{note MZB (amont)} + f \text{ (indicateur auxiliaire)} \pm \text{max. 1 point (estimation par expert)}$$

Dans un troisième temps, on caractérise l'évaluation à l'aide de trois niveaux (aucun/faible, moyen, élevé) (Tableau G11); (classification différente de celle de l'Aspect général). Dans certains cas, une affectation précise peut être difficile ou impossible (niveau pas clair).

Tableau G11

Seuils d'évaluation du degré d'impact à l'aide des macroinvertébrés au niveau 2 – Cours d'eau.

Différence note MZB aval – mont du rejet	Atteinte générée par le rejet
0 à -1	aucune
-2 à -3	faible
-4 à -5	moyenne
<-5	élevée
>0	pas clair ¹

¹ Si la note MZB-en aval du rejet est supérieure à la note en amont du rejet à la station de référence.

3.2.5.3 Détermination du besoin d'intervention (Aspect général + Macroinvertébrés)

Pour estimer le besoin d'intervention, les degrés d'impact déterminés individuellement sur la base de l'évaluation des paramètres analysés de l'Aspect général et des Macroinvertébrés sont réunis à l'étape suivante. Pour cela, on détermine d'abord un besoin d'intervention séparé pour l'Aspect général et les Macroinvertébrés à l'aide d'une agrégation «worst case» (voir définition au tableau G4) (Tableau G12). On en déduit ensuite le besoin d'intervention global, également à l'aide d'une agrégation «worst case». Il est défini par la plus mauvaise évaluation (Aspect général ou Macroinvertébrés).

Une distinction est faite entre les délais à court et à long terme pour la mise en œuvre des mesures. «À court terme» signifie que les mesures doivent être mises en œuvre de façon prioritaire et dans un délai d'un à cinq ans. «À long terme» désigne un délai de cinq à dix ans. L'urgence des mesures doit être déterminée au sein de l'équipe interdisciplinaire. Si l'impact du rejet est «faible/moyen», le besoin d'intervention peut être à court terme ou à long terme selon la situation en matière d'atteintes.

S'il s'agit de mieux estimer les effets possibles d'un rejet dont l'impact a été déclaré comme pas clair, les analyses requises et leur urgence doivent également être déterminées par l'équipe interdisciplinaire. Cela vaut également en cas d'impossibilité de se prononcer.

Les résultats de l'analyse de la qualité des eaux de niveau 2 sont réintégrés dans le processus décrit aux chapitres 2 et 8 du module de base. Aucune décision concernant les mesures ne repose exclusivement sur les résultats des analyses de la qualité des eaux de niveau 2. Des indications plus précises sur la planification des mesures figurent dans le module de base et dans le module STORM (notamment les chapitres 5, 6, 7 et 8).

Besoin d'intervention en fonction de l'impact du rejet

Impact du rejet Comparaison REJ → REF Mode d'évaluation: worst-case ²		Besoin d'intervention
Aspect général	aucun	→ Non
	faible/moyen	→ Oui, à long terme/Oui, à court terme ³
	élevé	→ Oui, à court terme
	pas clair ¹	→ Clarifier le statut
	impossible de se prononcer ¹	→ Impossible de se prononcer
Macroinvertébrés	aucune/faible	→ Non
	moyenne	→ Oui, à long terme/Oui, à court terme ³
	élevée	→ Oui, à court terme
	pas clair ¹	→ Clarifier le statut
	impossible de se prononcer ¹	→ Impossible de se prononcer
↓		↓
Report dans le modèle de données PGEE ou la matrice d'évaluation (chapitre 3.2.5.4)		Agrégation «worst case» besoin d'intervention ²

Tableau G12

Niveaux d'intervention en fonction du degré d'impact du rejet pour l'Aspect général et les Macroinvertébrés au niveau 2 – Cours d'eau.

¹ Si les atteintes de la référence sont plus fortes ou si la cause n'est pas connue (Aspect général), le résultat reste «pas clair». En l'absence de référence, il est impossible de se prononcer.

² Le degré d'impact et le degré de respect des exigences sont appréciés à l'aide de la plus mauvaise valeur des paramètres.

REJ = rejet, REF = station de référence (hors de l'influence du rejet)

³ Pour un degré d'impact «moyen», le besoin d'intervention résultant peut être à court terme ou à long terme selon la situation. Oui, à court terme = besoin d'intervention existant, exécuter les mesures dans les 1 à 5 ans (mesures de nature technique). Oui, à long terme = besoin d'intervention existant, exécuter les mesures dans les 5 à 10 ans (observation supplémentaire)

3.2.5.4 Modèle de données PGEE, matrice d'évaluation et modèle de géodonnées minimal (MGDM) du PGEE

Modèle de données PGEE

Les informations de l'analyse de la qualité des eaux doivent être reportées dans le modèle de données PGEE numérique 2020. Les attributs et les valeurs sont décrits dans le catalogue d'objets «Fiche technique» du modèle de données PGEE.

Pour plus d'informations sur le modèle de données PGEE du VSA, voir la plateforme wiki VSA.

Entrée dans la matrice d'évaluation

La matrice d'évaluation décrit, sur la base de l'identification des problèmes (analyses de la qualité des eaux, résultats de calculs à l'aide de modèles de simulation), les paramètres liés aux atteintes pertinents pour les différents tronçons. Elle sert de point de départ pour traiter des tâches de planification complexes, par exemple remédier à une pollution des eaux résultant de pollutions multiples et de différents types d'atteintes (voir le module STORM, chapitre 1.2). Les informations fournies par les analyses de la qualité des eaux constituent donc une base importante de la matrice d'évaluation.

Le travail avec la matrice d'évaluation est une tâche interdisciplinaire incomptant à l'ingénieur PGEE et à l'hydrobiologiste. Selon la situation, il faut faire appel à d'autres spécialistes dans les domaines de la protection contre les crues, de l'approvisionnement en eau potable, etc. L'annexe 8 présente un exemple de matrice d'évaluation.

Modèle de géodonnées minimal (MGDM) du PGEE

Avec l'introduction de la loi fédérale sur la géoinformation en 2008, le législateur a créé la base pour définir de manière contraignante des «modèles de géodonnées minimaux» (MGDM) uniformes. Le MGDM PGEE, permet de saisir des informations dans le domaine des PGEE, et notamment les indicateurs de l'élimination des eaux usées.

L'attribut «ATTEINTE_GLOBALE» (Gesamtbeeintraechtigung) du MGDM PGEE peut être déduit de l'attribut «BESOIN_D_INTERVENTION» du module G et de la VSA-SDEE-Mini 2020.

L'annexe 9 explique le transfert des données collectées entre l'attribut «BESOIN_D_INTERVENTION» selon le module G et la VSA-SDEE-Mini 2020 et les valeurs du catalogue du MGDM PGEE. Après concréétisation avec l'OFEV, le MGDM PGEE sera adapté au module G (ou à la VSA-SDEE-Mini 2020). Cela signifie que le MGDM PGEE contiendra à l'avenir directement l'attribut «BESOIN_D_INTERVENTION», qui remplacera l'attribut «ATTEINTE_GLOBALE» utilisé jusqu'à présent. Après cette adaptation du MGDM PGEE, l'annexe 9 deviendra caduque.

4 PROCÉDURE POUR LES PLANS D'EAU DANS LE CADRE DES PLANS GÉNÉRAUX D'ÉVACUATION DES EAUX (PGEE)

Aperçu du déroulement :

1) Compilation d'informations générales sur l'état des eaux

Des données importantes sont fournies notamment par les jeux de données suivants : écomorphologie, plans de revitalisation, développement des eaux, utilisation des eaux, qualité des eaux, cartes de protection des eaux, prélèvements d'eau dans les eaux superficielles, quantités et fréquences des déversements à partir des données de PGEE-I ou PGEE. Ces informations sont compilées au sein de l'équipe interdisciplinaire.

2) Sélection des rejets à analyser

L'ingénieur PGEE définit les rejets à analyser selon le chapitre 2.2. Cette sélection est discutée au sein de l'équipe interdisciplinaire.

Si les analyses sont effectuées en plongée et sont associées à un effort correspondant, il peut être judicieux de prioriser au préalable les rejets. Cette priorisation est à définir au sein de l'équipe interdisciplinaire. Il convient de tenir compte des aspects suivants :

- Quantité et fréquence des déversements.
- Sensibilité des eaux et des rives (les petits plans d'eau et les rives plates sont plus sensibles que les grands plans d'eau et les zones sans rive plate ou avec des rives plates limitées).
- Proximité d'exploitations de l'eau (p. ex. captage d'eau potable, zone de baignade) et de valeurs naturelles protégées (bas-marais voisin, biotopes servant de frayères aux poissons ou à l'alevinage, protégés selon la loi sur la pêche).
- Cas spéciaux tels que ports, quais ou embouchures de rivières, où les effets se chevauchent et où une analyse de la qualité des eaux de niveau 2 est toujours nécessaire.

3) Visites sur le terrain à titre d'étude préliminaire (niveau 1) et pour la planification des analyses

Les visites pour la planification des analyses sont effectuées par l'hydrobiologiste. L'hydrobiologiste effectue une analyse de niveau 1 pour les plans d'eau. La décision de procéder à une analyse détaillée (niveau 2) est prise ensuite par l'équipe interdisciplinaire pour chaque rejet.

4) Analyses

Aussi bien au niveau 1 qu'au niveau 2, les analyses sont effectuées par l'hydrobiologiste selon des méthodes standardisées..

4.1 Niveau 1 pour les plans d'eau (PGEE)

4.1.1 Conditions-cadres

Le **but** de l'analyse de niveau 1 est de procéder à une étude préliminaire des rejets pertinents afin de déterminer si une analyse de la qualité des eaux pour l'évaluation des rejets (niveau 2) est nécessaire.

Dans des cas particuliers, l'étude préliminaire (niveau 1) peut être conduite pendant la même campagne de terrain que l'analyse pour l'évaluation des rejets (niveau 2). Cela suppose qu'une analyse solide des données de base existantes ait été effectuée et que la décision soit prise par l'équipe interdisciplinaire. Cependant, les deux campagnes d'analyses (niveau 1 et niveau 2) doivent normalement être réalisées séparément. Une réunion destinée à fixer les priorités devrait être organisée entre les campagnes.

Les analyses sont réalisées selon un **intervalle** de temps conforme au cahier des charges type du PGEE, soit env. tous les dix ans. Le **moment favorable** pour l'analyse doit être en juillet/août car c'est la période où la végétation aquatique est pleinement développée. La **durée nécessaire** dépend des conditions

locales et du projet global. La **responsabilité** incombe à une équipe interdisciplinaire composée d'un ingénieur PGEE, d'un hydrobiologiste, du service cantonal et éventuellement de l'exploitant de STEP. Cette équipe intervient dans la planification et l'établissement des conclusions. L'analyse est réalisée par l'hydrobiologiste. Généralement, des plongées sont nécessaires pour effectuer les analyses.

4.1.2 Choix des sites d'étude

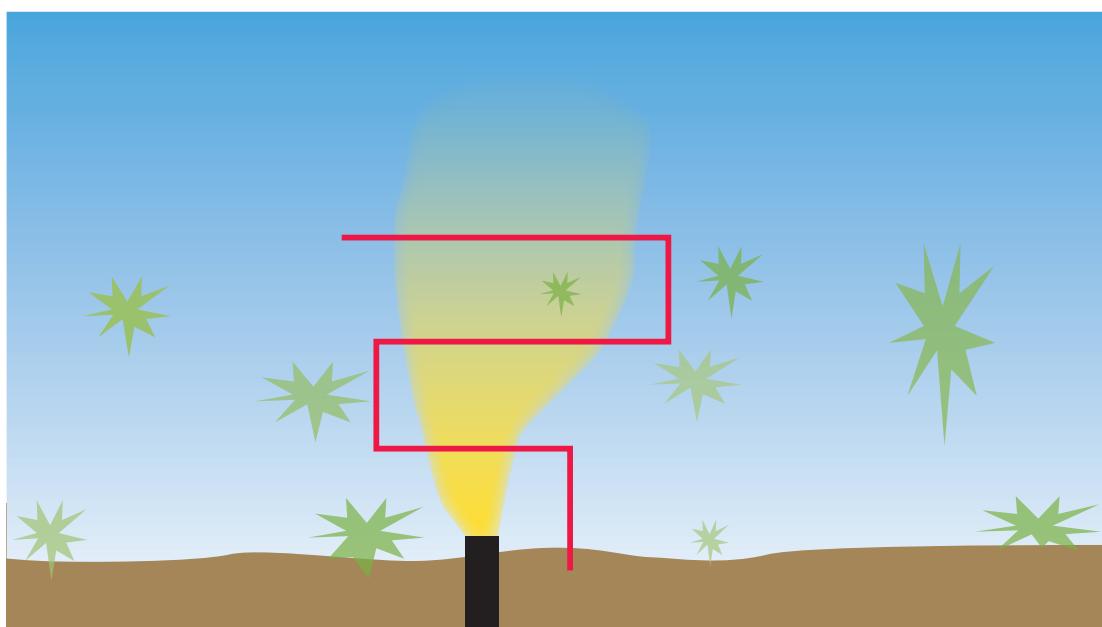
Les analyses doivent si possible être effectuées pour tous les rejets de l'assainissement urbain dans le plan d'eau. Si une sélection des rejets est analysée, celle-ci est définie par l'équipe interdisciplinaire et repose sur les prescriptions du module de base. L'ingénieur PGEE établit un plan et une liste comprenant les coordonnées de tous les ouvrages et rejets existants. Il est important de connaître l'emplacement exact du rejet sur le terrain (coordonnées, profondeur de déversement).

La nécessité de réaliser une analyse de la qualité des eaux de niveau 2 est déterminée au niveau 1 pour les plans d'eau. Les éléments déterminants sont les écarts observés dans les paramètres étudiés ainsi que les réponses aux questions de contrôle auxquelles on répond le long d'un «chemin d'échantillonnage» dans le périmètre du rejet (Figure G4). Le chemin de d'échantillonnage doit être adapté aux caractéristiques du rejet de façon que les modifications potentielles des paramètres dues au rejet puissent être relevées.

Les mesures de biosécurité (annexe 6) et les règles de sécurité (annexe 7) doivent être respectées lors des analyses de la qualité des eaux.

Figure G4:

Zone affectée par le rejet en jaune, chemin d'échantillonnage (plongée) en rouge. Les formes vertes représentent les plantes aquatiques.



4.1.3 Paramètres à étudier

Des questions de contrôle concernant l'Aspect général, le stress hydraulique et la végération aquatique sont évaluées.

Les questions de contrôle sont détaillées au chapitre 4.1.4 et à l'annexe 3. Des informations sur les différents paramètres sont rassemblées au chapitre 7. Le rejet doit être photographié avec le périmètre étudié. Les photos doivent montrer l'état général des eaux (c'est-à-dire l'état de référence), le rejet et les éventuelles atteintes générées par le rejet.

4.1.4 Description des méthodes d'analyse

4.1.4.1 Questions de contrôle

Les questions de contrôle sont énumérées au tableau G13. Les analyses sont effectuées le plus souvent en plongée. La plongée avec tuba ne convient que dans des cas particuliers, si la profondeur du rejet et la profondeur maximale de la végétation sont inférieures à 2 m.



L'analyse et l'évaluation du rejet à l'aide des questions de contrôle exigent des connaissances spécialisées. Cet examen doit donc être obligatoirement réalisé par un hydrobiologiste.

Paramètres	Questions de contrôle sur le périmètre du rejet (par rapport à l'environnement immédiat)	Non	Oui	Impossible de se prononcer ¹
Aspect général et stress hydraulique	Présence accrue de boues	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Apport accru de sédiments provenant d'eaux de chaussée (boues noires, odeur d'hydrocarbures)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Présence de déchets solides de l'assainissement urbain	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Présence accrue d'organismes hétérotrophes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Présence accrue d'algues	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Atteintes mécaniques-hydrauliques (affouillement, dépôts)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Végétation	Présence accrue d'indicateurs typiques de pollution ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Variation de la limite inférieure de la profondeur de la végétation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Modification de la densité de la végétation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Diminution de l'abondance des characées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cas spéciaux	Augmentation des espèces eutrophes et tolérantes aux perturbations (p. ex. <i>Zannichellia sp.</i> , <i>Elodea sp.</i> , potamots à feuilles filiformes, <i>Myriophyllum sp.</i> , <i>Ceratophyllum sp.</i>)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ports, quais, déversements en eaux profondes, embouchures de rivière, etc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Niveau 2 pour les plans d'eau nécessaire:		Oui/Non		

Tableau G13
Questions de contrôle pour l'évaluation du point de rejet par rapport à la référence ou l'environnement immédiat (à compléter par l'hydrobiologiste).

¹ P.ex. si la cause n'est pas connue (p. ex. en raison de la présence de plusieurs rejets ou si l'origine n'est pas connue (incertitude sur l'origine naturelle ou artificielle)), si l'étude n'atteint pas la limite de la végétation ou si le groupe d'espèces est absent.

² *Zannichellia palustris*, Chironomidae rouges, tubificidés, invertébrés ayant une affinité avec les apports de substances organiques liés au rejet (p. ex. aselles), algues vertes filamentées.

4.1.5 Interprétation de l'analyse pour étude préliminaire (niveau 1)

En cas de réponse affirmative à l'une des questions de contrôle du tableau G13, une analyse de la qualité des eaux de niveau 2 pour les plans d'eau est nécessaire.

Dans les cas peu clairs et complexes, l'équipe interdisciplinaire décide si une analyse de niveau 2 est nécessaire.

4.2 Niveau 2 pour les plans d'eau (PGEE)

4.2.1 Conditions-cadres

Le **but** de l'analyse détaillée de la qualité des eaux (niveau 2) est d'évaluer l'impact des rejets de l'assainissement urbain sur les plans d'eau. L'analyse sert d'une part à planifier et prioriser les mesures dans le cadre d'un traitement de PGEE et d'autre part à contrôler l'efficacité des mesures après des modifications

du système d'assainissement urbain. Les analyses sont réalisées selon un **intervalle** de temps conforme au cahier des charges type PGEE, soit env. tous les dix ans, et selon les besoins pour les contrôles de l'efficacité. Le **moment favorable** pour l'analyse doit être en juillet/août car c'est la période où la végétation aquatique est pleinement développée. La **durée nécessaire** dépend du nombre de rejets étudiés et des conditions locales. La **responsabilité** incombe à une équipe interdisciplinaire composée d'un hydrobiologiste, d'un ingénieur PGEE, du service cantonal et éventuellement de l'exploitant de STEP. Sur la base des résultats de l'évaluation des documents existants et des questions de contrôle du niveau 1, cette équipe détermine si une analyse de la qualité des eaux pour évaluation des rejets (niveau 2) est nécessaire.

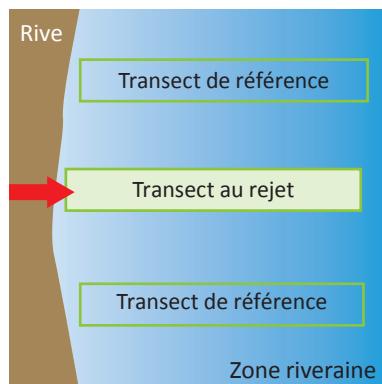
Les analyses sont effectuées en plongée. La plongée avec tuba ne convient que dans des cas particuliers, si la profondeur du rejet et la profondeur maximale de la végétation sont inférieures à 2 m.

La méthode présentée repose sur le document «STORM» pour les plans d'eau (AquaPlus, 2016).

4.2.2 Choix des sites d'étude

Les analyses sont réalisées sur des transects définis au préalable. Pour l'interprétation, ceux-ci sont comparés entre eux afin de pouvoir déterminer l'impact du rejet.

Figure G5
Transects de référence et transect au rejet.



Définition des transects
(voir Figure G5)

- Nombre de transects par point de rejet :
 - un transect directement au rejet (REJ)
 - deux transects à titre de référence (REF), à gauche et à droite du rejet

(Transects supplémentaires en cas de besoin, p.ex. si le jet du rejet fait une courbe en raison des courants, une grille de transects élargie est requise.)

- Distance entre les transects de référence (REF) et EST selon la taille (\emptyset) du rejet :
 - $\emptyset 0.5 \text{ m} \rightarrow 10 \text{ m}$
 - $\emptyset 0.5-1 \text{ m} \rightarrow 20 \text{ m}$
 - $\emptyset > 1 \text{ m} \rightarrow 40 \text{ m}$

Si plus de deux transects de référence sont nécessaires, distance de 10 m, 30 m, 70 m à partir du rejet

Si les conditions sont nettement différentes ou en cas de chevauchement des effets entre le rejet et les sites de référence envisagés, il faut choisir sur place un site de référence représentatif à une distance différente.

- Longueur des transects (en fonction de la largeur de la zone peu profonde [ZPP]) :
 - ZPP étroite \rightarrow jusqu'à la limite inférieure de croissance de la végétation
 - ZPP large \rightarrow jusqu'à une distance de 50 m pour $\emptyset \text{ rejet} < 1 \text{ m}$
 \rightarrow jusqu'à une distance de 100 m pour $\emptyset \text{ rejet} > 1 \text{ m}$

Dans l'idéal, toujours jusqu'à la limite inférieure de croissance de la végétation

4.2.3 Paramètres à étudier

Lors de l'analyse de la qualité des eaux de niveau 2, les paramètres suivants sont relevés au cours de la même plongée :

- Aspect général
- Atteintes mécaniques-hydrauliques
- Plantes aquatiques
- Indicateurs auxiliaires

Les méthodes de relevé des paramètres sont présentées en détail au chapitre 4.2.4. Le formulaire de terrain figure en annexe 4. Des informations sur les différents paramètres sont rassemblées au chapitre 7. Le rejet doit être photographié avec le périmètre étudié. Les photos doivent montrer l'état général des eaux (c'est-à-dire l'état de référence), le rejet et les éventuelles atteintes générées par le rejet.

4.2.4 Description des méthodes d'analyse

4.2.4.1 Matériel d'analyse

Les analyses sont effectuées par une équipe de plongée constituée d'un plongeur, d'un chef de bord et d'un responsable d'étude, avec l'équipement nécessaire à bord du bateau d'accompagnement. Des informations détaillées sur l'équipement de plongée et les règles de sécurité pour une plongée professionnelle, avec les mesures d'hygiène et de biosécurité, figurent aux annexes 6 et 7. En plus de l'équipement de plongée, le matériel suivant est nécessaire :

Pour le plongeur :

- Bouée de position et de sauvetage
- Porte-formulaire avec feuille de relevé (annexe 4)
- Profondimètre
- Boussole
- Appareil photo pour documentation de la situation sous l'eau

Pour le bateau :

- GPS avec les lignes de transect définies au préalable pour garantir le respect du parcours de plongée et mesurer les sections
- Appareil photo pour la documentation de la situation au-dessus de l'eau
- Récipients de prélèvement pour les échantillons de végétaux

4.2.4.2 Définition des sections de transect

Le relevé des transects de plongée (\pm perpendiculaires aux courbes de niveau) est effectué depuis la rive et en fonction de la largeur de la zone peu profonde (définition des transects, chapitre 4.2.2). Des sections sont définies le long des transects avec une largeur d'observation d'environ deux à trois mètres des deux côtés. Une nouvelle section est définie lorsqu'un des éléments suivants change sensiblement : densité de la végétation, composition en espèces (ou leur l'abondance), nature du substrat, pente ou valeur des paramètres de l'Aspect général.

Cartographie des caractéristiques des sections

- Superficie de chaque section (projection verticale, sans tenir compte de la pente).
- Profondeur minimale et maximale de chaque section. La normalisation de la profondeur est obtenue en corrigeant mathématiquement le niveau au moment des travaux en plongée en fonction du niveau d'eau moyen sur plusieurs années. Cela permet de comparer directement les valeurs de profondeur de différentes analyses, indépendamment du niveau d'eau respectif pendant l'étude de la végétation.

4.2.4.3 Aspect général, adapté pour les plans d'eau

Les paramètres de l'Aspect général sont relevés dans les mêmes surfaces de transect et en même temps que les plantes aquatiques et les indicateurs auxiliaires. Une approche «worst-case» est recommandée pour déterminer la valeur des paramètres sur le transect complet. Il s'agit de considérer la valeur la plus forte ou la plus élevée sur l'ensemble des sections définies sur le transect.

Les paramètres suivants de l'Aspect général sont analysés conformément au module Aspect général du SMG, adapté pour les plans d'eau :

- Boues
- Sulfure de fer
- Déchets solides de l'assainissement urbain
- Organismes hétérotrophes
- Autres déchets (relevés à titre d'information mais ne rentrent pas dans l'appréciation)

Cas particulier du sulfure de fer

On observe le plus souvent des sédiments lacustres fins. Ceux-ci peuvent contenir du sulfure de fer, notamment après des déversements d'eaux usées. Cependant, dans un tel cas, le sulfure de fer ne se présente pas sous la forme de «taches» mais plutôt dans des zones où un horizon de sédiments noirs apparaît après dissipation de la couche de surface. C'est pourquoi, dans les plans d'eau contenant principalement des sédiments fins, la surface affectée est estimée à l'aide d'échantillons aléatoires (dissipation ponctuelle de la couche de sédiments supérieure et évaluation de la coloration sous-jacente) en utilisant les mêmes catégories.

4.2.4.4 Signes d'atteintes mécaniques-hydrauliques

Les signes d'érosion de la rive, d'affouillement, d'érosion par l'eau, de dépôts et de modifications de la composition du substrat au niveau du rejet sont relevés et appréciés. L'appréciation est effectuée en trois niveaux: aucun/faible, moyen, élevé. Cependant, cette appréciation ne rentre pas dans l'évaluation du rejet. La marche à suivre en cas de signes d'atteintes mécaniques-hydrauliques et de modifications du substrat est discutée au sein de l'équipe interdisciplinaire.

4.2.4.5 Plantes aquatiques et indicateurs auxiliaires

Cartographie des plantes aquatiques

Pour chaque section, on détermine la densité totale et le pourcentage des différentes espèces. Si possible, la détermination des plantes a lieu pendant les plongées. Si des espèces ou des groupes d'espèces sont difficiles à déterminer, des échantillons sont prélevés et vérifiés à la loupe binoculaire ou au microscope.

Les paramètres suivants sont relevés pour les plantes aquatiques :

- Variation de la densité de la végétation (→ effet hydraulique)
- Variation de la profondeur de la végétation (→ effet de turbidité)
- Variation des abondances relatives de certains groupes d'espèces (→ effet des nutriments)
- Similarité de la structure végétale (→ autres effets)

Cartographie des paramètres d'aide à l'interprétation

Les paramètres suivants peuvent être relevés pour aider à interpréter les résultats lors de la cartographie des plantes aquatiques :

- **Substrat:** sert à caractériser les transects et les sections et aide à l'interprétation (p.ex. des paramètres de végétation). La répartition est enregistrée dans six classes de granulométrie (blocs, pierres, gravier grossier, gravier fin, sable, boue).
- **Hauteur de végétation/Vitalité:** sert à marquer une limite de section. Ce paramètre peut aussi fournir des informations sur les perturbations hydrauliques générées par le rejet. La hauteur de végétation est mesurée comme la hauteur dominante [m]. La vitalité est enregistrée dans quatre classes (A = très bien développée, B = bien développée, C = moyennement développée, D = mal développée).
- **Algues (algues vertes et cyanobactéries):** ces paramètres sont le signe d'apports accrus de nutriments. Ils sont rangés dans cinq classes d'abondance (1 = très rare, 2 = rare, 3 = répandu, 4 = abondant, 5 = présence massive)
- **Bivalves/Néobiotes:** ces paramètres fournissent des informations supplémentaires sur la biodiversité. Ils sont rangés dans cinq classes d'abondance (1 = très rare, 2 = rare, 3 = répandu, 4 = abondant, 5 = présence massive)

Cartographie des indicateurs auxiliaires

Les indicateurs auxiliaires suivants (indicateurs de pollution) sont relevés en même temps que les plantes aquatiques :

- *Zannichellia palustris*
- Algues vertes filamenteuses
- Chironomidae rouges ou tubificidés
- Aselles
- Autres décomposeurs ayant une affinité avec les apports en substances organiques dus au rejet

Les indicateurs auxiliaires sont rangés dans cinq niveaux de densité (*Zannichellia palustris*) ou classes d'abondance (autres indicateurs auxiliaires) (1 = aucun, 2 = peu, 3 = moyen, 4 = beaucoup, 5 = présence massive). Les abondances sur le transect complet sont déterminées à l'aide d'une approche «worst-case». Il s'agit de considérer la valeur la plus forte ou la plus élevée sur chacune des surfaces définies.

Calcul des paramètres pour les plantes aquatiques

L'abondance de la végétation est le produit de la surface recouverte par la végétation par la densité de la végétation (voir plus bas). Elle renseigne sur la quantité de plantes sur une surface donnée. On calcule l'abondance pour chaque surface individuelle (lv_e). La somme de toutes les surfaces d'un transect donne l'abondance du transect (lv_t) et la somme de toutes les surfaces donne l'abondance totale du périmètre étudié (lv_{tot}).

Pour calculer l'indice d'abondance, les niveaux de densité de la végétation reçoivent les valeurs de densité suivantes (transposition des désignations des niveaux sur une échelle \pm proportionnelle) :

- Densité <1 (<1%) = valeur 0
- Densité 1 (1–10%) = valeur 0.5
- Densité 2 (11–25%) = valeur 1
- Densité 3 (26–50%) = valeur 2
- Densité 4 (51–75%) = valeur 3
- Densité 5 (76–100%) = valeur 4
- Densité 6 (101–125%) = valeur 5
- Densité 7 (126–150%) = valeur 6

Exemple : Une surface de 100 m² recouverte avec une densité de 3 (= valeur de densité 2) donne un indice d'abondance de $100 \cdot 2 = 200$

La forme générale du calcul de l'indice d'abondance (I) de la végétation (v) est présentée ci-après :

F1 Abondance de la végétation d'une section : $lv_e = \text{surface [m}^2\text{]} \cdot \text{valeur de densité}$

F2 Abondance de la végétation d'un transect : $lv_t = \sum \text{de tous les } lv_e \text{ d'un transect}$

F3 Abondance totale de la végétation du périmètre : $lv_{tot} = \sum \text{de tous les } lv_t$

Les espèces présentes dans une surface individuelle ont une certaine densité relative (figure G6). Cette densité relative (x) varie entre 5 et 100%. Les valeurs inférieures à 5% ne sont plus indiquées sous forme de montant; seule la présence de l'espèce est relevée (désignation : «0»).

Conformément à la densité relative, chaque espèce a également une abondance relative. L'indice (I) de l'abondance relative de l'espèce (a) est calculé comme suit :

F4 Abondance relative de l'espèce dans une section : $la_e = (\text{surface [m}^2\text{]} \cdot \text{valeur de densité} \cdot x) / 100$

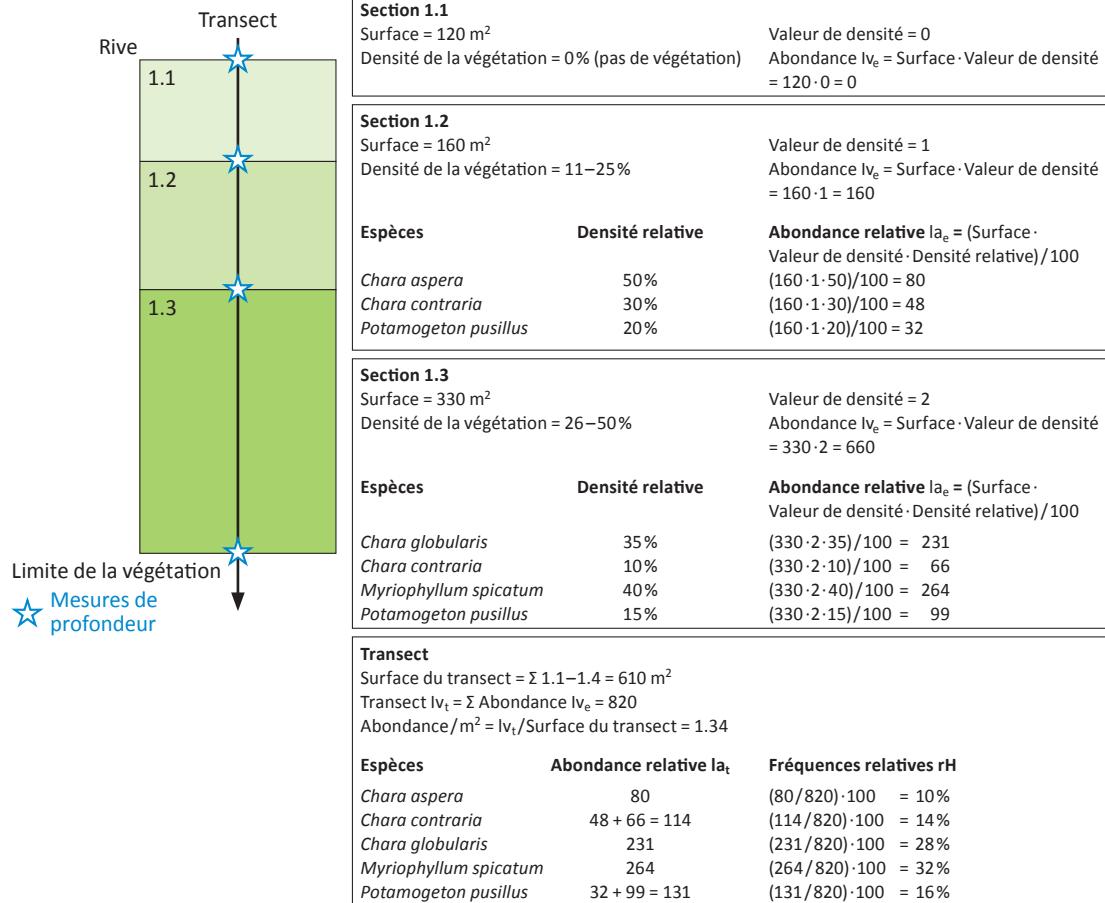
F5 Abondance relative de l'espèce dans un transect : $la_t = \sum \text{de tous les } la_e \text{ d'un transect}$

F6 Abondance relative totale de l'espèce dans le périmètre : $la_{tot} = \sum \text{de tous les } la_t$

À partir de ces bases de calcul, il est possible de rassembler dans la base de données des groupes complets de transects ou des sections de transect spécifiques et de déterminer les niveaux de densité et abondances relatives correspondants.

Figure G6

Exemple de calcul de la densité de la végétation (abondance/m²) et des abondances.



La figure G6 présente, à l'aide d'un exemple de transect, le calcul des formules ci-dessus et la détermination de la densité moyenne de la végétation (abondance/m²) et des fréquences relatives (rH) des espèces présentes.

Similarité de la structure végétale

L'indice de Renkonen (dominance-identité) est utilisé pour mesurer le degré de similarité de la structure végétale entre le transect de référence et le transect au rejet. Celui-ci est basé sur les valeurs moyennes pondérées par la surface des abondances relatives des espèces sur tout le transect.

$$R = \text{indice de Renkonen} = \sum_{i=1}^G \text{minD A,B}$$

G = nombre d'espèces communes, minD A,B = plus petite valeur de dominance (rH) d'une espèce commune aux transects à comparer A et B

Sélection d'ouvrages pour la détermination de la végétation aquatique

- Casper S.J. und Krausch H.-D. 1980/1981, réimpression 2008 : Süsswasserflora von Mitteleuropa (volumes 23 et 24) – Pteridophyta et Anthophyta. Springer Spektrum, Heidelberg 404/530 p.
- Krause W. 1999 : Süsswasserflora von Mitteleuropa (volume 18) – Charales (Charophyceae). Springer Spektrum, Heidelberg 202 p.
- Land Brandenburg, Bachbeiträge des LGUV 119 und 120 : Bestimmung für die aquatischen Makrophyten in Deutschland, <https://lfg.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.310796.de>
- Landsdown R.V. 2009 : A Field Guide to the riverine Plants of Britain and Ireland, Ardeola Environmental Services.
- Lauber K. et al. 2012 : Flora Helvetica avec clé de détermination. 5^e édition. Haupt, Berne. 1656 p. et 290 p.

Littérature recommandée concernant les exigences autécologiques des espèces

- Melzner A. & Schneider S. (2001): Submerse Markophyten als Indikatoren der Nährstoffbelastung von Seen. In: Handbuch Angewandte Limnologie, 13. Ergänzungslieferung 11/01.

4.2.5 Interprétation de l'analyse de la qualité des eaux pour évaluation des rejets dans les plans d'eau (niveau 2)

L'analyse sert à déterminer l'impact du rejet sur les eaux. Le besoin d'intervention correspondant et les mesures de protection des eaux peuvent être ensuite déterminés sur cette base.

4.2.5.1 Choix du transect de référence approprié

La comparaison du transect au rejet et de la référence pour évaluer l'impact du rejet doit être effectuée avec **un seul** transect de référence. Cependant, lors de l'analyse, deux transects de référence sont relevés afin de pouvoir ensuite sélectionner le transect approprié. Le transect de référence approprié est déterminé à l'aide des critères suivants :

- Les transects de référence sont définis lors de la planification, en fonction des prescriptions spécifiques en matière de distance au rejet (voir plus haut), cependant l'aspect «**hors de la zone affectée par le rejet**» est déterminant. Si sur place, au niveau des transects de référence, des signes d'effets typiques du rejet sont visibles à l'aide des paramètres de l'Aspect général (envasement, organismes hétérotrophes, taches de sulfure de fer et déchets solides de l'assainissement urbain), la distance par rapport au rejet doit être augmentée.
- Si les conditions sont nettement différentes ou en cas d'effets de chevauchement des effets entre le rejet et les transects de référence envisagés, il faut rechercher sur place, si possible, un transect de référence plus représentatif. Dans ce cas, l'exigence de distance fixe du rejet (en fonction du diamètre, voir plus haut) est abandonnée. Si cela n'est pas possible, la comparaison ne peut pas être effectuée et l'impact du rejet ne peut pas être déterminé (classification : impossible de se prononcer).
- Le transect ne doit pas présenter de conditions nettement différentes par rapport au transect au rejet (p.ex. nature du substrat, autres sources d'influence ou utilisations, etc.). Dans le cas contraire, il est rejeté.
- Le transect doit comporter de la végétation ou une densité de végétation >1%; autrement, il est rejeté.
- Si plusieurs transects présentent des conditions comparables et une végétation >1%, celui présentant les plus grandes différences dans la phytocénose par rapport au transect au rejet est choisi comme référence. L'écart est généralement déterminé à l'aide de l'indice de Renkonen (chapitre 4.2.4.3).
- En l'absence de végétation dans le transect au rejet (valeur de l'indice de Rekonen = 0), dans des conditions oligotrophes le transect où l'abondance des characées est la plus faible est rejeté tandis que dans des conditions eutrophes c'est celui où l'abondance d'espèces non eutrophes est la plus faible qui est rejeté.
- Si aucun des deux transects de référence ne présente de végétation, l'évaluation est effectuée uniquement à l'aide des paramètres de l'Aspect général et des indicateurs auxiliaires.

4.2.5.2 Appréciation à l'aide de l'Aspect général

Les étapes de travail suivantes sont nécessaires :

1. **Évaluation des paramètres individuels :** Le tableau G14 montre les paramètres de l'Aspect général qui sont relevés lors du niveau 2 pour les plans d'eau et évalués selon les prescriptions du module Aspect général du SMG.

Pour le cas où l'un des paramètres Aspect général reflète des conditions strictement naturelles ou que les atteintes observées ne sont pas dues au rejet étudié, il n'apparaît pas utile de procéder à des enquêtes complémentaires pour ce paramètre dans le cadre du PGEE.

2. **Agrégation des paramètres individuels:** L'évaluation des différents transects étudiés repose sur une agrégation «worst case», c'est-à-dire que l'évaluation globale du transect correspond à la plus mauvaise évaluation individuelle (meilleure évaluation = classe 1, plus mauvaise évaluation = classe 3, pas clair = classe 4, impossible de se prononcer = classe 5).
3. **Comparaison des transects de référence avec le transect au rejet:** L'impact d'un rejet est déterminé en comparant les évaluations des paramètres individuels du transect de référence à celui au rejet. Les résultats de la comparaison des paramètres individuels sont ensuite agrégés selon une approche «worst case» afin de déterminer l'influence du rejet (tableau G15).
4. **Classification du degré d'impact:** Le degré d'impact du rejet est évalué à l'aide de trois niveaux (aucun, faible/moyen et élevé) (tableau G15).

Tableau G14

Évaluation des paramètres de l'Aspect général, répartition dans les classes d'état. Évaluation séparée du transect de référence et du transect au rejet au niveau 2 pour les plans d'eau. Classe 1 = meilleure évaluation, classe 3 = plus mauvaise évaluation, classe 4 = pas clair, classe 5= impossible de se prononcer

Aspect général ¹	Classes				
	1	2	3	4	5
Boues	pas de boue	peu/moyen	beaucoup	pas clair ²	i. d. s. p. ³
Sulfure de fer	pas de sulfure de fer 0 %	peu/moyen <25 %	beaucoup >25 %	pas clair ²	i. d. s. p. ³
Déchets solides provenant de l'évacuation des eaux des zones habitées	aucun	isolés	nombreux	pas clair ²	i. d. s. p. ³
Organismes hétérotrophes	aucun/sporadique	peu	moyen/beaucoup	pas clair ²	
Agrégation des paramètres individuels dans une évaluation globale Aspect général	↓ Agrégation «worst case» (plus mauvaise évaluation individuelle)				
État des eaux	bon	moyen	mauvais	pas clair ²	i. d. s. p. ³
Étape suivante	↓ Suite au tableau G15			↓ Suite au tableau G19	

¹ Il n'existe pas d'instructions spécifiques pour définir une valeur. Les informations figurant dans Binderheim & Göggel (2007) concernent les cours d'eau. Elles ne sont pas transposables aux plans d'eau ou seulement dans certaines conditions (précisément: zone peu profonde d'un plan d'eau devant le rejet). Les différences d'appréciation possibles pourraient résider en particulier dans la délimitation entre les niveaux «moyen» et «beaucoup».

² Si l'origine est inconnue (on ne sait pas si elle est naturelle ou artificielle).

³ impossible de se prononcer: Absence de référence.

L'agrégation worst case des paramètres de l'Aspect général au niveau du transect peut entraîner une évaluation sévère des transects et de l'appréciation globale du rejet. Il appartient donc à l'hydrobiologiste de juger si l'évaluation de l'impact du rejet doit être corrigée (par exemple dans le cas d'une expression massive localement très limitée d'un paramètre).

Tableau G15

Évaluation de l'impact d'un rejet à partir de l'Aspect général au niveau 2 – plans d'eau.

Evaluation des paramètres individuels dans le transect au rejet	Degré d'impact du rejet (comparaison transect de référence – transect rejet au rejet pour chaque paramètre)		
	Evaluation des paramètres individuels dans le transect de référence		
Aspect général (paramètres: boues, sulfure de fer, déchets solides, organismes hétérotrophes)	bon	moyen	mauvais
Evaluation des paramètres individuels dans le transect au rejet	bon	aucun	pas clair ¹
	moyen	faible/moyen	aucun
	mauvais	élevé	faible/moyen

¹ En l'absence de station de référence appropriée (p. ex. la valeur d'un ou de plusieurs paramètres est plus élevée à la référence qu'au transect au rejet).

4.2.5.3 Évaluation à l'aide des plantes aquatiques

L'évaluation du degré d'impact du rejet à l'aide des plantes aquatiques repose également sur l'agrégation worst case et la comparaison entre le transect de référence et celui au rejet. Elle est caractérisée dans quatre niveaux (aucun, faible, moyen, élevé) (Tableau G17). Dans des eaux oligotrophes et mésotrophes, la différence des espèces indicatrices est effectuée à l'aide de la proportion de characées et dans des eaux eutrophes à l'aide de la proportion d'espèces non-eutrophes. La classification trophique repose sur la concentration en phosphore dans le plan d'eau concerné et est effectuée à l'aide de l'indice trophique selon Wetzel (2001) (tableau G16).

Les informations sur les concentrations en phosphore des lacs suisses peuvent être obtenues dans le rapport de Binderheim (2008) pour les petits lacs et sur le site Internet suivant pour les grands lacs : https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/info-specialistes/etat-des-eaux/etat-des-lacs/qualite-de-l_eau-des-lacs.html

Classification trophique	Concentration totale en phosphore [mg P/m ³]	Classification trophique	Concentration totale en phosphore [mg P/m ³]
Oligotrophe	<0	Eutrophe	>30
Mésotrophe	10 à 30	Hypertrophe	>100

Tableau G16
Classification trophique selon l'indice trophique de Wetzel (2001).

Degré d'impact du rejet						
Comparaison transect de référence (REF) avec transect au rejet (REJ)						
Paramètres	aucun	faible	moyen	élevé	pas clair	impossible de se prononcer
Différence de profondeur de végétation (m)	< 1 m	1 m	2 m	>2 m	Profondeur de végétation en REF < à REJ	L'étude n'atteint pas la limite de la végétation, pas de végétation en REF ¹
Différence de densité de végétation (%)	≤10%	>10–30%	>30–50%	>50%	Densité de végétation en REF < à REJ ²	Densité de végétation en REF < 1% ¹
Différence % espèces indicatrices (fréquences relatives rH)	Conditions oligotrophes/ mésotrophes: Proportion de characées	<5%	<10%	10–30%	>30%	Petite différence dans la proportion des espèces avec faible similarité de structure
	Conditions eutrophes: Proportion d'espèces non eutrophes ³	<5%	<10%	10–30%	>30%	Part des espèces (characées ou espèces non eutrophes) <10%
	Similarité de structure végétale (indice de Renkonen)	>95%	>80–95%	>60–80%	0–60%	Petite différence dans la proportion des espèces avec faible similarité de structure
Agrégation des paramètres individuels en une évaluation globale		Agrégation «worst case»				

Tableau G17
Seuils d'évaluation du degré d'impact d'un rejet à l'aide des plantes aquatiques et des indicateurs auxiliaires au niveau 2 – Plans d'eau.

¹ Impossible de se prononcer si les conditions du milieu entre le transect au rejet et la référence diffèrent fortement (p. ex. en ce qui concerne la nature du substrat, les courants, les perturbations, etc.). Les effets ne sont pas ou ne sont pas uniquement dus au rejet.

² Une densité de la végétation plus importante au transect au rejet peut être causée par l'apport de nutriments. Cela devrait se refléter dans la composition en espèces (proportion plus faible de characées). Si tel n'est pas le cas, la raison de la densité inférieure à la référence n'est pas claire.

³ Les espèces sont indiquées à l'aide de la proportion d'espèces non eutrophes. En leur absence, une «clé d'indication» spécifique au plan d'eau, basée sur la différenciation des teneurs nutriments dans le spectre des espèces existantes, est appliquée (si l'on dispose de suffisamment de données empiriques ou bibliographiques).

4.2.5.4 Évaluation à l'aide des indicateurs auxiliaires

D'un côté, les indicateurs auxiliaires peuvent péjorer l'appréciation basée sur la végétation aquatique, de l'autre, en l'absence de végétation, l'évaluation repose uniquement sur les indicateurs auxiliaires.

Évaluation à l'aide des indicateurs auxiliaires en présence de végétation aquatique

La présence accrue d'indicateurs auxiliaires dans le transect du rejet par rapport au transect de référence entraîne la péjoration de l'appréciation de l'impact du rejet à l'aide des plantes aquatiques d'un niveau, par exemple de faible à moyen.

Une présence accrue signifie que la différence du niveau de densité pour les indicateurs de pollution (par exemple, *Zannichellia*) est ≥ 1 ou que la différence du degré d'abondance pour les algues vertes filamentées, les Chironomidae rouges ou les tubificidés, les aselles ou autres décomposeurs est ≥ 3 .

Évaluation à l'aide des indicateurs auxiliaires en l'absence de plantes aquatiques

L'appréciation du degré d'impact du rejet à l'aide des indicateurs auxiliaires en l'absence de végétation aquatique repose sur la comparaison entre le transect de référence et celui au rejet. Elle est caractérisée par quatre niveaux (aucun, faible, moyen, élevé) (tableau G18).

Tableau G18

Appréciation du degré d'impact d'un rejet uniquement à l'aide des indicateurs auxiliaires au niveau 2 – Plans d'eau.

Impact du rejet						
Comparaison transect de référence (REF) avec transect au rejet (REJ)						
Paramètres	aucun	faible	moyen	élevé	pas clair	impossible de se prononcer
Indicateurs auxiliaires différences degrés d'abondance	(indicateurs : <i>Zannichellia palustris</i> , algues vertes filamentées, Chironomidae rouges», tubifex, aselles et autres décomposeurs ayant une affinité avec les apports en substances organiques dus au rejet)					
	Aucune différence = aucun	Différence 1 degré = faible	Différence 2 degrés = moyen	Différences + de 3 degrés = élevé	Abondance REF > Abondance REJ	Aucun indicateur auxiliaire présent en REF et en REJ

4.2.5.5 Détermination du besoin d'intervention (Aspect général, plantes aquatiques et/ou indicateurs auxiliaires)

Pour estimer le besoin d'intervention, les degrés d'impact déterminés individuellement sur la base de l'évaluation des paramètres analysés de l'Aspect général, de la végétation aquatique et/ou des indicateurs auxiliaires sont réunis à l'étape suivante. Le Tableau G19 présente les niveaux d'intervention prévus. On détermine d'abord un besoin d'intervention séparé pour l'Aspect général et la végétation et/ou les indicateurs auxiliaires (en fonction de la présence ou de l'absence de végétation aquatique) à l'aide d'une agrégation «worst case» (classification basée sur le plus mauvais paramètre). On en déduit ensuite le besoin d'intervention global également à l'aide d'une agrégation «worst case» (voir définition au tableau G4). Il est défini par la plus mauvaise évaluation (Aspect général ou végétation/indicateurs auxiliaires).

Une distinction est faite entre les délais à court et à long terme pour la mise en œuvre des mesures. «À court terme» signifie que les mesures doivent être mises en œuvre de façon prioritaire et dans un délai d'un à cinq ans. «À long terme» désigne un délai de cinq à dix ans. L'urgence des mesures doit être déterminée au sein de l'équipe interdisciplinaire. Si l'impact du rejet est «faible/moyen», le besoin d'intervention peut être à court terme ou à long terme selon la situation en matière d'atteintes.

S'il s'agit de mieux estimer les effets possibles d'un rejet dont l'impact a été déclaré comme pas clair, les analyses requises et leur urgence doivent être discutées par l'équipe interdisciplinaire. Cela vaut également en cas d'impossibilité de se prononcer.

Les résultats des analyses de la qualité des eaux de niveau 2 pour évaluation des rejets (niveau 2) sont réintégrés dans le processus décrit dans les chapitres 2 et 8 du module de base. Aucune décision concernant les mesures ne repose exclusivement sur les résultats des analyses de la qualité des eaux de niveau 2.

Des indications plus précises sur la planification des mesures figurent dans le module de base et dans le module STORM (notamment les chapitres 5, 6, 7 et 8).

Besoin d'intervention en fonction de l'impact du rejet en présence de plantes aquatiques		Besoin d'intervention	Tableau G19 Niveaux d'intervention en fonction du degré d'impact du rejet pour l'Aspect général et de la végétation aquatique et/ou les Indicateurs auxiliaires au niveau 2 – Plans d'eau.	
Impact du rejet Comparaison REJ → REF Mode d'évaluation: worst-case ²	Aspect général			
Aspect général	aucun	→ Non	Niveaux d'intervention en fonction du degré d'impact du rejet pour l'Aspect général et de la végétation aquatique et/ou les Indicateurs auxiliaires au niveau 2 – Plans d'eau.	
	faible/moyen	→ Oui, à long terme/Oui, à court terme ³		
	élevé	→ Oui, à court terme		
	pas clair ¹	→ Clarifier le statut		
	impossible de se prononcer ¹	→ Impossible de se prononcer		
Végétation aquatique (avec éventuellement dégradation d'un degré par les indicateurs auxiliaires)	aucun/faible	→ Non	Niveaux d'intervention en fonction du degré d'impact du rejet pour l'Aspect général et de la végétation aquatique et/ou les Indicateurs auxiliaires au niveau 2 – Plans d'eau.	
	moyen	→ Oui, à long terme/Oui, à court terme ³		
	élevé	→ Oui, à court terme		
	pas clair ¹	→ Clarifier le statut		
	impossible de se prononcer ¹	→ Impossible de se prononcer		
↓		↓		
Report dans le modèle de données PGEE ou la matrice d'évaluation (chapitre 4.2.5.6)		Agrégation «worst case» besoin d'intervention ²		

Besoin d'intervention en fonction de l'impact du rejet en l'absence de végétation aquatique		Besoin d'intervention	Tableau G19 Niveaux d'intervention en fonction du degré d'impact du rejet pour l'Aspect général et de la végétation aquatique et/ou les Indicateurs auxiliaires au niveau 2 – Plans d'eau.	
Impact du rejet Comparaison REJ → REF Mode d'évaluation: worst-case ²	Aspect général			
Aspect général	aucun	→ Non	Niveaux d'intervention en fonction du degré d'impact du rejet pour l'Aspect général et de la végétation aquatique et/ou les Indicateurs auxiliaires au niveau 2 – Plans d'eau.	
	faible/moyen	→ Oui, à long terme/Oui, à court terme ³		
	élevé	→ Oui, à court terme		
	pas clair ¹	→ Clarifier le statut		
	impossible de se prononcer ¹	→ Impossible de se prononcer		
Indicateurs auxiliaires	aucun/faible	→ Non	Niveaux d'intervention en fonction du degré d'impact du rejet pour l'Aspect général et de la végétation aquatique et/ou les Indicateurs auxiliaires au niveau 2 – Plans d'eau.	
	moyen	→ Oui, à long terme/Oui, à court terme ³		
	élevé	→ Oui, à court terme		
	pas clair ¹	→ Clarifier le statut		
	impossible de se prononcer ¹	→ Impossible de se prononcer		
↓		↓		
Report dans le modèle de données PGEE ou la matrice d'évaluation (chapitre 4.2.5.6)		Agrégation «worst case» besoin d'intervention ²		

¹ Si les atteintes de la référence sont plus fortes ou si la cause n'est pas connue (Aspect général), le résultat reste «pas clair». En l'absence de référence, il est impossible de se prononcer.

² Le degré d'impact et le degré de respect des exigences sont appréciés à l'aide de la plus mauvaise valeur des paramètres.
REJ = rejet, REF = station de référence (hors de l'influence du rejet)

³ Pour un degré d'impact moyen, le besoin d'intervention résultant peut être à court terme ou à long terme selon la situation. Oui, à court terme = besoin d'intervention existant, exécuter les mesures dans les 1 à 5 ans (mesures de nature technique). Oui, à long terme = besoin d'intervention existant, exécuter les mesures dans les 5 à 10 ans (observation supplémentaire).

4.2.5.6 Modèle de données PGEE, matrice d'évaluation et modèle de géodonnées minimal (MGDM) du PGEE

Modèle de données PGEE

Les informations de l'analyse de la qualité des eaux doivent être reportées dans le modèle de données PGEE numérique (en préparation). Les attributs et les valeurs sont décrits dans le catalogue d'objets «Fiche technique» du modèle de données PGEE.

Pour plus d'informations sur le modèle de données PGEE du VSA, voir la plateforme wiki VSA.

Entrée dans la matrice d'évaluation

La matrice d'évaluation décrit, sur la base de l'identification des problèmes (analyses de la qualité des eaux, résultats de calculs à l'aide de modèles de simulation), les paramètres liés aux atteintes pertinents pour les différents tronçons. La matrice sert de point de départ pour traiter des tâches de planification complexes comme remédier à une pollution des eaux résultant de pollutions multiples et de différents types d'atteintes (voir le module STORM, chapitre 1.2). Les informations fournies par les analyses de la qualité des eaux constituent donc une base importante de la matrice d'évaluation.

Le travail avec la matrice d'évaluation est une tâche interdisciplinaire incombant à l'ingénieur PGEE et à l'hydrobiologiste. Selon la situation, il faut faire appel à d'autres spécialistes dans les domaines de la protection contre les crues, de l'approvisionnement en eau potable, etc. L'annexe 8 du présent module présente un exemple de matrice d'évaluation.

Modèle de géodonnées minimal (MGDM) du PGEE

Avec l'introduction de la loi fédérale sur la géoinformation en 2008, le législateur a créé la base pour définir de manière contraignante des «modèles de géodonnées minimaux» (MGDM) uniformes. Le MGDM PGEE, permet de saisir des informations dans le domaine des PGEE, et notamment les indicateurs de l'élimination des eaux usées.

L'attribut «ATTEINTE_GLOBALE» (Gesamtbeeintraechtigung) du MGDM PGEE peut être déduit de l'attribut «BESOIN_D_INTERVENTION» du module G et de la VSA-SDEE-Mini 2020.

L'annexe 9 explique le transfert des données collectées entre l'attribut «BESOIN_D_INTERVENTION» selon le module G et la VSA-SDEE-Mini 2020 et les valeurs du catalogue du MGDM PGEE. Après conciliation avec l'OFEV, le MGDM PGEE sera adapté au module G (ou à la VSA-SDEE-Mini 2020). Cela signifie que le MGDM PGEE contiendra à l'avenir directement l'attribut «BESOIN_D_INTERVENTION», qui remplacera l'attribut «ATTEINTE_GLOBALE» utilisé jusqu'à présent. Après cette adaptation du MGDM PGEE, l'annexe 9 deviendra caduque.

5 PROCÉDURE POUR LES CONTRÔLES DE FONCTIONNEMENT

Le contrôle de fonctionnement dans le cadre du module G est un contrôle périodique étendu au milieu récepteur, effectué par les exploitants des ouvrages de déversement d'eaux mixtes, afin d'identifier grossièrement les lacunes et les dysfonctionnements manifestes de ces ouvrages. Dans le cas de rejets permanents importants (p. ex. rejets d'eaux usées épurées), des analyses selon le SMG ou des analyses spéciales devraient être mises en œuvre conformément au tableau G2. La procédure du contrôle de fonctionnement est décrite uniquement pour les cours d'eau car les analyses dans les plans d'eau nécessitent le plus souvent une plongée par des spécialistes formés à cet effet (hydrobiologistes) (cf. chapitre 4).

Lors du contrôle de fonctionnement, l'impact du rejet sur les eaux est évalué grossièrement par du personnel d'exploitation formé à l'aide de paramètres simples. La procédure pour les contrôles de fonctionnement est dérivée du niveau 1 pour PGEE dans les cours d'eau.

Les résultats des analyses sont soumis chaque année à l'autorité cantonale compétente (selon accord) et peuvent être intégrés dans le PGEE, le PGEE intercommunal ou le plan régional d'évacuation des eaux (PREE).

5.1 Conditions-cadres

Le contrôle de fonctionnement a pour **but** d'identifier rapidement des lacunes manifestes dans le fonctionnement des ouvrages de déversements d'eaux mixtes. Il faut par ailleurs déterminer si des travaux d'entretien simples suffisent (par exemple réparation du dégrilleur fin) pour que l'ouvrage de déversement fonctionne parfaitement. Les contrôles de fonctionnement sont réalisés en même temps que les contrôles d'exploitation normaux de l'installation, dans l'idéal selon un **intervalle** de deux à quatre fois par an. Le **moment** doit être choisi de façon que les contrôles de fonctionnement soient réalisés plus particulièrement après des précipitations avec déversements, mais pas dans les deux à trois semaines qui suivent une période de fortes pluies ou des épisodes de crue. La **durée nécessaire** est d'environ 30 minutes par rejet, mais elle dépend des conditions locales. La **responsabilité** incombe au personnel d'exploitation formé (si possible toujours la même personne).

5.2 Choix des sites à étudier

Les ouvrages de déversement de l'assainissement urbain dans les cours d'eau doivent être régulièrement contrôlés. Le choix des rejets repose sur les prescriptions du module de base. Il est convenu entre la commune/le syndicat des eaux usées et le service cantonal de la protection des eaux.

Les analyses du contrôle de fonctionnement sont réalisées sur au moins quatre stations pour chaque rejet (Figure G7) : en amont du rejet (station de référence), en aval du rejet dans la zone directement affectée ainsi que près du rejet et dans le tuyau/la canalisation car la plus forte charge s'observe souvent à proximité immédiate de la zone de déversement. Si possible les habitats en amont et en aval du rejet doivent être identiques et d'autres impacts, p. ex. par des déversements supplémentaires, doivent être exclus car ces deux stations doivent être comparées pour l'évaluation. Les deux autres stations servent d'aide à l'interprétation. L'emplacement exact des stations étudiées est convenu avec la commune/le syndicat des eaux usées et le service cantonal de la protection des eaux et doit être le même à chaque contrôle de fonctionnement.

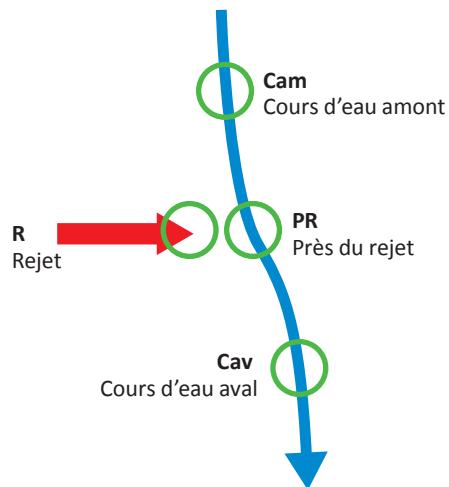
Les analyses sont effectuées du bas vers le haut (vers l'amont) afin qu'elles n'influent pas sur la/les stations en aval.

Les mesures de biosécurité (annexe 6) et les règles de sécurité (annexe 7) doivent être respectées lors des analyses de la qualité des eaux.

Figure G7

Aperçu des stations étudiées :

- en amont du rejet (cours d'eau amont [Cam])
- près du rejet (Près du rejet [PR])
- dans le rejet (Rejet [R])
- en aval du rejet (cours d'eau aval [Cav])



5.3 Paramètres à étudier et description des méthodes d'analyse

Les paramètres sélectionnés permettent de relever et apprécier grossièrement les effets selon une approche de type immission, c'est-à-dire les effets des rejets d'eaux usées dans le milieu récepteur par temps de pluie. Le choix des paramètres repose sur le «concept de contrôle de l'efficacité de type immission» (canton d'Argovie, 2009) et sur la méthode du SMG **Aspect général**.

Les paramètres suivants sont étudiés lors du contrôle de fonctionnement :

- Boues
- Sulfure de fer
- Déchets solides de l'assainissement
- Organismes hétérotrophes
- Algues

Le formulaire de terrain figure en annexe 5. Il est également disponible sous forme numérique (feuille Excel). Des informations sur les différents paramètres sont rassemblées au chapitre 7. Le document «Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau – Aspect général» (Binderheim & Göggel, 2007) décrit en détail tous les paramètres, les méthodes d'analyse et l'appréciation.

De plus, les modifications suivantes de la structure du cours d'eau dans la zone directement affectée par le rejet sont relevées et appréciées :

- Affouillement
- Érosion par l'eau
- Dépôts
- Modifications de la composition du substrat

L'appréciation est effectuée en trois niveaux: aucun/faible, moyen, élevé. Cependant, cette appréciation ne rentre pas dans l'évaluation du rejet. Des atteintes mécaniques-hydrauliques telles qu'un affouillement devant le rejet indiquent un débit de pointe élevé ou une réalisation du rejet incorrecte du point de vue hydraulique.

5.4 Appréciation à l'aide de l'Aspect général

Les paramètres choisis de l'Aspect général permettent d'identifier les lacunes manifestes dans le fonctionnement des déversoirs.

Les étapes de travail suivantes sont nécessaires pour déterminer l'impact du rejet sur les eaux :

1. Évaluation des paramètres individuels: Le tableau G20 montre les paramètres de l'Aspect général qui sont relevés lors du contrôle de fonctionnement pour les cours d'eau et évalués selon les prescriptions du module Aspect général du SMG.

Pour le cas où l'un des paramètres Aspect général reflète des conditions strictement naturelles ou que les atteintes observées ne sont pas dues au rejet étudié, il n'apparaît pas utile de procéder à des enquêtes complémentaires pour ce paramètre.

2. Comparaison référence – station en aval du rejet: On détermine l'impact du rejet en comparant l'évaluation de l'état de la station de référence et celle de la station en aval du rejet (tableau G21).

3. Classification du degré d'impact: Le degré d'impact du rejet est évalué à l'aide de trois niveaux (aucun, faible/moyen et élevé) (tableau G21).

Aspect général	Classes				
	1	2	3	4	5
Boues	pas de boue	peu/moyen	beaucoup	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Sulfure de fer	pas de sulfure de fer 0%	peu/moyen <25%	beaucoup >25%	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Déchets solides	aucun	isolés	nombreux	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Organismes hétérotrophes	aucun/sporadique	peu	moyen/beaucoup	pas clair ¹	i. d. s. p. ²
Algues	aucune/peu <10%	moyen 10–50%	beaucoup >50%	pas clair ¹	i. d. s. p. ²

¹ Si l'origine est inconnue (on ne sait pas si elle est naturelle ou artificielle).

² Impossible de se prononcer : En l'absence de référence (p. ex. rivière alimentée principalement par le rejet).

Tableau G20
Aspect général, répartition dans les classes d'état. Évaluation séparée de la station de référence en amont et de la station en aval du rejet pour les contrôles de fonctionnement.

Comparaison des paramètres évalués en aval et en amont du rejet	Impact du rejet
Aucune différence	aucun
Dégénération d'une classe en aval pour un ou plusieurs paramètres	faible/moyen
Dégénération de deux classes en aval pour un ou plusieurs paramètres	élevé
Amélioration en aval pour un ou plusieurs paramètres	pas clair

Tableau G21
Évaluation du degré d'impact du rejet.

5.5 Détermination du besoin d'intervention

Si le degré d'impact sur l'Aspect général a été classé faible/moyen ou élevé et/ou des signes importants d'atteintes mécaniques hydrauliques et de modifications du lit du cours d'eau, provoqués par le rejet, ont été observés, il y a probablement un dysfonctionnement de l'ouvrage de déversement. Des mesures immédiates à court terme doivent être examinées (entretien opérationnel) pour éliminer les lacunes de fonctionnement des ouvrages de déversement. Le Tableau G22 décrit des mesures immédiates à court terme possibles sous forme de travaux d'entretien simples pour les différentes observations effectuées (liste non exhaustive). Après la mise en œuvre de mesures immédiates à court terme, le contrôle de fonctionnement doit être répété après les prochaines précipitations avec déversements.

Si nécessaire, d'autres mesures de planification et de construction doivent être prises et l'autorité cantonale doit être informée.

L'autorité cantonale doit également être contactée en cas d'atteinte importante des eaux, d'évaluation pas claire ou d'impossibilité de se prononcer.

Tableau G22

Mesures immédiates à court terme possibles sous forme de travaux d'entretien simples en cas de lacunes manifestes dans le fonctionnement des ouvrages de déversement. La liste indique pour chaque atteinte des eaux les travaux d'entretien possibles envisageables mais elle n'est pas exhaustive.

Observation dans les eaux	Problèmes résultants dans les eaux	Mesures immédiates possibles
Boues	<ul style="list-style-type: none"> → Limitations et modification des habitats et donc des biocénoses dans le lit du cours d'eau. → Appauvrissement en oxygène dans le lit du cours d'eau dû à la dégradation des composés organiques dans les boues. → Empêchement ou entrave à la ponte des poissons frayant dans le gravier ainsi à la présence de frayères. 	<ul style="list-style-type: none"> → Le cas échéant, vérifier les bassins de décantation et les bassins de rétention filtrants et les réparer en cas de besoin. → Vérifier le bon fonctionnement et les réglages des composants électroniques du système (vannes de régulation, pompes de vidange des bassins d'eaux pluviales). → En cas de besoin, vidanger tous les décanteurs dans le bassin versant du déversoir. → Dragage des boues dans le lit du cours d'eau en cas de dépôts de boues excessif (après consultation de l'autorité cantonale). → Vérifier la présence de sédiments fins dans les évacuations des eaux de chaussées et de places.
Sulfure de fer	<ul style="list-style-type: none"> → Appauvrissement en oxygène dans le lit du cours d'eau 	<ul style="list-style-type: none"> → Vérifier la fréquence, le volume des déversements, p. ex. par contrôle en temps réel (observation lors d'événements pluvieux, montage de capteurs simples comme des dispositifs iButton sur la lame déversante de l'ouvrage).
Déchets solides l'assainissement urbain	<ul style="list-style-type: none"> → Problème esthétique 	<ul style="list-style-type: none"> → Vérifier le fonctionnement du dégrilleur fin; le réparer et le nettoyer en cas de besoin. → Contrôler si l'organe de régulation (vanne, tôle)/tronçon de régulation du déversoir n'est pas obstrué. → Nettoyer le boisement des rives et le lit du cours d'eau dans le périmètre du rejet.
Organismes hétérotrophes	<ul style="list-style-type: none"> → L'apport de substances organiques et favorisant la croissance peut entraîner le développement d'organismes typiques des eaux usées (organismes hétérotrophes). 	<ul style="list-style-type: none"> → Vérifier la fréquence, le volume des déversements, p. ex. par contrôle en temps réel (observation lors d'événements pluvieux, montage de capteurs simples comme des dispositifs iButton sur la lame déversante de l'ouvrage). → Vérifier le bon fonctionnement et les réglages des composants électroniques du système.
Algues	<ul style="list-style-type: none"> → L'apport de substances organiques et favorisant la croissance peut entraîner la prolifération d'algues. → L'absence de boisement des rives (= grande luminosité) en lien avec un apport excessif de nutriments peut entraîner la prolifération d'algues 	<ul style="list-style-type: none"> → Vérifier la fréquence, le volume des déversements, p. ex. par contrôle en temps réel (observation lors d'événements pluvieux, montage de capteurs simples comme des dispositifs iButton sur la lame déversante de l'ouvrage). → Ombrage des eaux par le boisement des rives. → Vérifier le bon fonctionnement et les réglages des composants électroniques du système.
Atteintes mécaniques-hydrauliques (affouillement)	<ul style="list-style-type: none"> → Modification du lit du cours d'eau et/ou des rives dans la zone affectée par le rejet 	<ul style="list-style-type: none"> → Vérifier l'intensité des déversements, par exemple par contrôle en temps réel (observation lors d'événements pluvieux, montage de capteurs simples comme des dispositifs iButton sur la lame déversante de l'ouvrage).

5.6 Stockage des données

Si possible, les données relevées doivent être stockées dans le système de base de données de la STEP. Cela permet de documenter l'évolution temporelle des pollutions pour les différents rejets.

6 POUR LES CONTRÔLES D'EFFICACITÉ DES MESURES

Les contrôles d'efficacité sont discutés au sein d'une équipe interdisciplinaire composée d'un hydrobiologiste, d'un ingénieur PGEE, du service cantonal et éventuellement d'un exploitant de STEP et sont réalisés au niveau 2. La procédure est décrite au chapitre 3.2 pour les cours d'eau et au chapitre 4.2 pour les plans d'eau.

7 INFORMATIONS SUR LES PARAMÈTRES

Fondamentalement, on peut distinguer différents types de pollution : la pollution chimique de l'eau est principalement causée par des substances organiques, des micropolluants ou des nutriments. La contamination de l'eau est due aux bactéries ou à d'autres germes pathogènes. Les atteintes esthétiques sont principalement causées par les déchets solides. Le régime hydrologique est altéré par les débits de pointe et l'état morphologique par l'érosion et la sédimentation. Les paramètres à étudier du présent module ont été choisis de manière à représenter les types d'atteintes pertinentes pour les rejets de l'assainissement urbain.

Les paragraphes suivants présentent donc brièvement les paramètres à étudier et leur sensibilité aux effets des déversements.

La turbidité, l'odeur et la mousse ne conviennent pas pour évaluer des déversements périodiques ou épisodiques car elles ne peuvent être relevées que pendant ou peu après un déversement.

Atteintes mécaniques-hydrauliques et modifications du lit du cours d'eau – Signe de modification des conditions hydrauliques et du charriage

Le charriage de fond lors de déversements d'eaux unitaires provoque souvent le broyage, l'érassement ou le refoulement d'une grande partie des organismes vivant sur le lit des cours d'eau. À cela s'ajoutent des modifications du régime hydrologique comme des vitesses d'écoulement élevées et un accroissement très rapide du débit. Les signes de modifications hydrauliques sont l'affouillement, l'érosion par l'eau, des dépôts et des modifications de la composition du substrat au niveau du rejet. Des atteintes mécaniques-hydrauliques telles qu'un affouillement devant le rejet indiquent un débit de pointe élevé ou une construction, et donc une réalisation du rejet incorrecte du point de vue hydraulique.

Boues – Signe d'apport de matières en suspension et/ou de sédiments organique

L'envasement du lit d'un cours d'eau peut se produire suite au rejet de matières en suspension dans les effluents des stations d'épuration des eaux ou d'eaux de chaussées et est donc souvent organiques et/ou noircies par les eaux de chaussée. La charge solide peut augmenter nettement en hautes eaux ou lors d'une forte pollution, par exemple lors de l'évacuation de crues. Ces boues sont faciles à distinguer sur le fond du lit des cours d'eau et se déposent directement en aval des points de rejet. Des boues peuvent également se former dans le cours d'eau, par suite du développement excessif d'organismes hétérotrophes dans un milieu renfermant une forte charge organique du fait des déversements d'eaux usées. Ces phénomènes d'envasement s'accompagnent souvent d'une prolifération d'algues, qui piègent les boues. Ces dernières sont souvent difficiles à distinguer de sédiments naturels. Un envasement du fond du lit influence le bilan en oxygène du cours d'eau de manière négative ; il est alors souvent accompagné de taches de sulfure de fer.

Colmatage – Signe d'apport de particules fines

Par colmatage, il faut entendre l'obstruction des interstices du fond du lit d'un cours d'eau par des particules fines et par des matières en suspension, ce qui se traduit par une diminution de la perméabilité (surtout verticale) à l'eau. Le fond du lit offre des abris à divers animaux aquatiques, qui peuvent s'y réfugier. Le colmatage diminue la perméabilité du fond du lit, réduit les échanges avec les eaux souterraines et fait disparaître des biotopes de grande valeur. Le colmatage influence en outre de manière défavorable les flux de matières dans les cours d'eau, car il diminue la capacité d'autoépuration et de rétention du fond et l'appauvrit en oxygène. Le colmatage peut être dû au changement du régime d'écoulement et du transport de matières en suspension ou de matières solides sur le fond (p. ex. STEP, centrale hydroélectrique, stabilisation du lit des cours d'eau). Un colmatage naturel peut également se produire, par exemple dans les ruisseaux où se forme du tuf.

Coloration – Signe d'apport de substances minérales et organiques dissoutes et/ou de particules en suspension

La coloration d'une eau est due tant à des substances minérales et organiques dissoutes qu'à des particules en suspension. Elle peut être naturelle ou artificielle. Une modification artificielle de la couleur de l'eau a des effets négatifs sur l'éclairage, tandis que certains colorants peuvent s'avérer toxiques pour les

organismes aquatiques. La coloration d'un cours d'eau peut en outre traduire l'existence d'un déversement indésirable d'eaux usées.

Déchets solides de l'assainissement urbain – Signe de dysfonctionnement du dégrilleur ou d'absence de dégrilleur

Les déchets solides rencontrés dans les eaux ou sur les rives sont subdivisés en déchets provenant de l'assainissement urbain (p.ex. papier WC, serviettes hygiéniques), qui parviennent dans les cours d'eau par les déversoirs d'orage, et en autres déchets (p.ex. emballages, bouteilles vides, sacs à ordures, sacs d'engrais vides). La description de ce paramètre ouvre la voie à d'éventuelles propositions d'amélioration, concernant par exemple les déversoirs d'orage et/ou l'aménagement de bassins de rétention pour les déversoirs d'orage. L'utilisation de ce paramètre est limitée dans des eaux dynamiques.

Indicateurs auxiliaires – Signe de pollution organique et/ou de déficit en oxygène

Ces indicateurs fournissent les informations suivantes sur la situation en matière de pollution provoquée par le rejet :

- Des indicateurs de pollution typiques des plantes aquatiques sont, p.ex. la zannichellie des marais (*Zannichellia palustris*).
- Prolifération d'algues, notamment algues vertes filamenteuses.
- Présence répétée d'invertébrés aquatiques «rouges», p.ex. Chironomidae rouges avec appendices ou tubificidés. La coloration rouge indique un déficit d'oxygène dans les sédiments et dans la couche d'eau proche des sédiments, provoqué par la dégradation oxydante des particules organiques apportées.
- Présence répétée d'autres espèces ou groupes d'espèces d'invertébrés ayant une affinité avec les apports en substances organiques, par exemple des aselles et d'autres décomposeurs.
- Présence réduite d'indicateurs d'une bonne qualité de l'eau, par exemple les plécoptères.

Macroinvertébrés – Signe de pollution organique et/ou de déficit en oxygène

Les macroinvertébrés réagissent différemment selon le type de perturbation. D'une façon générale, l'altération se traduit par la disparition de certains groupes faunistiques sensibles, éventuellement l'apparition d'organismes adaptés aux nouvelles conditions de milieu ou la prolifération de taxons ubiquistes ou polluo-résistants tant que les conditions de milieu ne sont pas trop défavorables. Dans un premier temps, l'apport de substances organiques peut entraîner l'augmentation du nombre d'individus ou de la diversité. Cependant, lorsque l'apport dépasse un certain seuil, on assiste à une simplification des biocénoses et à la disparition des macroinvertébrés les plus sensibles. Les macroinvertébrés peuvent également être le signe de pollutions par des substances toxiques, de pollutions minérales et de modifications du régime d'écoulement naturel (OFEV, 2019).

Mousse – Signe d'apport d'eaux usées ou de mauvais raccordements

Par mousse, il faut comprendre ici une mousse consistante, qui s'accumule dans les zones d'eau calme. La mousse se forme par exemple à partir des détergents contenus dans les lessives, qui abaissent la tension superficielle de l'eau, ou de composés présents dans le purin lessivé par le ruissellement superficiel ou exporté par les drainages. De la mousse peut aussi se former naturellement, par exemple à partir de substances organiques sécrétées par la renoncule aquatique flottante (*Ranunculus fluitans*) ou libérées par la décomposition de feuilles ou d'algues mortes.

Odeur – Signe d'apport d'eaux usées, de purin, etc.

L'eau est une substance inodore. Des odeurs indésirables peuvent être perçues après déversement d'eaux usées, lessivage de purin ou forte charge naturelle en matière organique (p.ex. chute de feuilles mortes en automne).

Organismes hétérotrophes – Signe de pollution organique

Les organismes hétérotrophes comprennent les champignons, les bactéries et les protozoaires. Leur présence indique une forte pollution organique (avant tout par des eaux usées insuffisamment ou non épurées, par des jus de silos ou par du purin lessivé sur les surfaces agricoles). Leur densité augmente avec la charge. En cas de prolifération, les bactéries et les champignons forment des pellicules cotonneuses ou lisses, de couleur grise. Les protozoaires (unicellulaires) se nourrissent de ces bactéries et de détritus. Lorsque la nourriture est surabondante, ils se multiplient à tel point qu'ils forment des voiles blanchâtres

faciles à repérer à l'œil nu. Le développement des organismes hétérotrophes peut avoir, exceptionnellement, une origine naturelle, par exemple en automne lorsque les feuilles mortes font augmenter la charge organique des cours d'eau. Ce paramètre n'est généralement pertinent que pour une pollution permanente.

Sulfure de fer – Signe de déficit en oxygène

La décomposition de la matière organique consomme l'oxygène dissous dans l'eau, avant de provoquer une réduction des sulfates. Le H_2S ainsi produit réagit avec certains minéraux riches en fer, pour former du sulfure de fer (FeS) insoluble, de couleur noire, qui se dépose en enduits sur le fond du lit des cours d'eau. Des conditions anaérobies règnent lors d'une surcharge en matières organiques, par des eaux usées ou des feuilles mortes, et lors de la consommation simultanée d'oxygène par les phénomènes de dégradation. D'importants dépôts de boues peuvent aussi empêcher le transfert d'oxygène sur le fond du lit des cours d'eau et y favoriser l'instauration de conditions réductrices. Une odeur caractéristique, rappelant celle des œufs pourris, devient perceptible en grattant les sédiments concernés. L'utilisation de ce paramètre est limitée pour certains substrats et certaines eaux marécageuses.

Turbidité – Signe d'apport de matières en suspension

La turbidité d'une eau est due à la présence de matières en suspension, qui diffusent la lumière. Dans les cours d'eau, une forte turbidité peut modifier les conditions d'éclairage au détriment de la biocénose et provoquer un envasement du fond du lit des ruisseaux. Dans un cours d'eau, la turbidité peut être aussi bien d'origine naturelle (p. ex. torrent glaciaire, émissaire d'un lac) qu'artificielle (p. ex. déversement d'eaux usées, centrale hydroélectrique).

Végétation – Signe de pollution organique

Par «Végétation», il faut entendre ici les algues, les mousses et les plantes aquatiques supérieures. La plus ou moins grande diversité des communautés végétales traduit le caractère plus ou moins naturel du lit des cours d'eau. Une couverture élevée d'algues peut traduire une pollution organique mais elle indique souvent une pollution préexistante des eaux. Les **plantes aquatiques dans les plans d'eau** sont très sensibles aux influences des polluants et présentent une bonne valeur indicative du fait de leur inféodation et de leurs caractéristiques de croissance. Le Tableau G23 montre les effets d'un rejet sur les plantes aquatiques dans les plans d'eau.

Tableau G23

Effets d'un rejet sur les plantes aquatiques dans les plans d'eau.

Paramètre plantes aquatiques	Effet du rejet	Explication
Profondeur de la végétation	Effet de turbidité	L'apport de matières en suspension a des effets sur la luminosité, réduisant la profondeur de la végétation.
Densité de la végétation	Effet hydraulique	Les courants provoqués par le rejet modifient les conditions de croissance des plantes du fait des forces mécaniques.
Espèces indicatrices	Effet des nutriments	L'apport de nutriments par le rejet influe sur la composition en espèces et sur la densité de la végétation. Les espèces sensibles aux nutriments diminuent.
Indice de similarité	Autres effets ou effets sommaires	Influence de la végétation par le rejet à la suite d'effets non directement imputables aux différents paramètres.

8 CAS PARTICULIERS ET RESTRICTIONS

Pour les cas particuliers et les restrictions ci-après, les analyses sont réalisées après consultation au sein de l'équipe interdisciplinaire.

- **Rejet dans un tronçon d'un grand cours d'eau à fort débit.** L'évaluation du rejet doit, autant que possible, se faire depuis la rive. Cependant, en raison des conditions hydrauliques, il ne faut guère s'attendre à des effets locaux.
- **Rejet en eaux profondes dans un plan d'eau.** Si le déversement a lieu à une profondeur sous la limite de végétation («déversement en eaux profondes»), les éventuels impacts sur la végétation ne peuvent plus être relevés et évalués, ou du moins plus complètement, avec la procédure exposée (transects au rejet et dans la zone de référence). Dans le cas de déversement en profondeur, les impacts peuvent être relevés à l'aide des paramètres de l'Aspect général et des indicateurs auxiliaires.
- **Lessivage de dépôts par un courant puissant,** surtout dans les cours d'eau petits ou moyens présentant une forte pente ou un chenal de morphologie monotone. L'évaluation se fait idéalement un peu en aval, sur des tronçons où se font des dépôts (endroits critiques).
- **Forte pollution préalable** due aux apports de l'agriculture ou d'autres sources diffuses ainsi qu'à une grave eutrophisation dans les plans d'eau. Il peut arriver que cette pollution préexistante ne soit découverte qu'à l'occasion d'une analyse de la qualité des eaux ou que l'analyse indique des sources de pollution qui ne sont pas liées à l'assainissement urbain.
- **Écomorphologie de mauvaise qualité.** En cas de mauvaise qualité de l'écomorphologie des eaux, les atteintes locales aux eaux dues aux rejets excessifs d'eaux mixtes ne peuvent souvent pas être identifiées.
- **Atteintes à l'état des eaux dues à l'effet cumulé de plusieurs rejets (chevauchement).** Les analyses des eaux ne permettent souvent pas de déterminer quel(s) rejet(s) en particulier contribue(nt) à la dégradation de l'état des eaux et dans quelle mesure. Bien des fois, il est toutefois possible de repérer les déversements les plus importants. À noter que les analyses des eaux peuvent toutefois être judicieuses comme base pour le contrôle de l'efficacité.
- **Cours d'eau chargé d'eaux usées se jetant dans un plan d'eau:** Il se peut que l'on ne puisse guère constater d'effets dus aux rejet dans le cours d'eau, car les substances rejetées sont directement emportées par le courant. Ces substances peuvent toutefois porter atteinte au plan d'eau, car elles y agissent sur une longue durée. Dans ce type de situation, il n'est pas facile de distinguer entre l'effet des crues «normales» et celui des déversements d'eaux pluviales. En revanche, la comparaison des conditions locales (zone de l'embouchure) avec des zones de référence intactes révèle s'il y a des atteintes dues à l'assainissement urbain.
- **Routes:** Il ressort des critères énoncés au chapitre 2.5.3 du module de base qu'une analyse de la qualité des eaux est nécessaire pour le déversement dans un cours d'eau de taille petite ou moyenne d'eaux de chaussée atteignant plus de 10 points de pollution.
- **Grands cours d'eau:** peu d'effets sont à attendre en raison de la dilution.
- Déversements pour lesquels **aucune station de référence** n'est disponible. Dans un tel cas, il n'est pas possible d'appliquer les méthodes présentées dans le module G.

Dans les cas présentés, les analyses et les évaluations doivent être effectuées en fonction de la situation. Il est important de s'appuyer le plus possible sur la méthode Analyse de la qualité des eaux pour l'évaluation des rejets.

Ces études peuvent aussi être complétées par des approches du type émission comme l'examen de l'admissibilité pour des déversements d'eaux pluviales ou l'examen des exigences minimales pour le déversement d'eaux mixtes selon le module de base.

9 BIBLIOGRAPHIE

AquaPlus (2016): STORM-Stehende Gewässer (STORM pour les plans d'eau). Immissionsorientierte Beurteilung der Auswirkungen von Abwassereinleitungen bei Regenwetter auf die Wasserpflanzen. Vorgehen, Methodenbeschrieb/Indikatoren, Parameter, Schwellenwerte/Beurteilung Einfluss Einleitung/Beurteilung Erfüllung ökologische Ziele/Handlungsbedarf und Massnahmen/Erfolgskontrolle. 20 p., plus les annexes avec des descriptions détaillées – A: Méthodologie d'analyse, B: Aspect général, C: Végétation, D: Appréciation globale, E: Fiche technique Lac.

Binderheim E. (2018): Rapport d'état Petits lacs. Rapport pour le compte de l'Office fédéral de l'environnement, Berne. 32 p.

Binderheim E., Göggel W. (2007): Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau – Aspect général. L'environnement pratique n° 0701. Office fédéral de l'environnement, Berne. 43 p.

Canton d'Argovie, département Protection de l'environnement (2009): Konzept für die immissionsorientierte Erfolgskontrolle (Concept de contrôle de l'efficacité de type immission). Février 2009, 26 p.

Caton de Vaud, Division Protection des eaux, Section Biologie des Eaux (2021): Méthode d'appréciation de la qualité des cours d'eau vaudois. Indice biologique rapide (IBR) basé sur le Macrozoobenthos. (Document non publié)

Casado C., Wildi M., Ferrari B.J.D., Werner I. (2021): Stratégie d'évaluation de la qualité des sédiments en Suisse. Étude mandatée par l'Office fédéral de l'environnement. Centre Suisse d'écotoxicologie appliquée, Lausanne.

Hürlimann J., Niederhauser P. (2007): Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Diatomées niveau R (région). L'environnement pratique n° 0740. Office fédéral de l'environnement, Berne. 130 p.

Krejci V., Frutiger A., Kreikenbaum S., Rossi L. (2004): Gewässerbelastungen durch Abwasser aus Kanalisationen bei Regenwetter. EAWAG/BUWAL.

OFEV (éd.) 2019 : Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau (IBCH_2019). Macrozoobenthos – niveau R. 1^{ère} édition actualisée 2019; 1^{ère} édition 2010. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique no 1026: 58 p.

Tachet H., Richoux P., Bournaud M., Usseglio-Polatera P. (2000): Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie. CNRS Editions, Paris, 588 p.

Wetzel R.G. (2001): Limnology: lake and river ecosystems. San Diego, Academic Press.

ANNEXES

Annexe 1 : Formulaire niveau 1, Analyse simple dans le cadre du PGEE dans les cours d'eau

Données générales								
Commune		Collaborateur						
N° Commune		Date					Rejet actif (oui/non)	
Cours d'eau		Météo jour du relevé					Niveau du cours d'eau (bas, moyen haut)	
Rejet		Météo jour précédent						
Station	Cam (amont)	R(rejet)		PR (près du rejet)	Cav (aval)		Remarques	
N° station								
Coordonnées X								
Coordonnées Y								
Nuisances préexistantes (agri, hydraul, lassainissement urbain)								
Aspect général	Classe	Type *	Classe	Type *	Classe	Type *	Classe	Type *
Boue								
Turbidité								
Coloration								
Mousse								
Odeur								
Sulfure de fer								
Colmatage								
Déchets solides de l'assainissement urbain								
Organismes hétérotrophes								
Algues								
Remarques station								Remarques organismes hétérotrophes /algues
	Cam (amont)					Cav (aval)	Evaluation de l'impact du rejet :Aspect général	
	Etat des eaux : bon, moyen, mauvais, pas clair, impossible de se prononcer							(1 aucun, 2 faible/moyen, 3 élevé, 4 pas clair, 5 impossible de se prononcer) Agrégation worst case
Etat des eaux (Agrégation worst case)								
Autres déchets								
Mousses								
Plantes aquatiques								
Atteintes mécaniques-hydrauliques								

Annexe 2: Formulaire niveau 2, Analyse de la qualité des eaux pour l'évaluation des rejets dans le cadre des PGEE et des contrôles d'efficacité dans les cours d'eau

Données générales								
Commune		Collaborateur						
N° Commune		Date					Rejet actif (oui/non)	
Cours d'eau		Météo jour du relevé						
Rejet		Météo jour précédent					Niveau du cours d'eau (bas, moyen haut)	
Paramètres abiotiques et autres observations (facultatif) amont/aval								
Température (°C)	/	pH	/	Autres observations				
Conductivité (µS/cm)	/	O ₂	/					
Station	Cam (amont)	R (rejet)	PR (près du rejet)	Cav (aval)	Remarques			
N° station								
Coordonnées X								
Coordonnées Y								
Nuisances préexistantes (agri, hydraul, lassainissement urbain)								
Aspect général	Classe	Type *	Classe	Type *	Classe	Type *	Classe	Type *
Boue								
Turbidité								
Coloration								
Mousse								
Odeur								
Sulfure de fer								
Colmatage								
Déchets solides de l'assainissement urbain								
Organismes hétérotrophes								
Algues								
Remarques station								Remarques organismes hétérotrophes /algues
	Cam (amont)					Cav (aval)	Evaluation de l'impact du rejet: Aspect général	
État des eaux : bon, moyen, mauvais, pas clair, impossible de se prononcer								
État des eaux (Agrégation worst case)								
Autres déchets								
Mousses								
Plantes aquatiques								
Atteintes mécaniques-hydrauliques								

*n naturelle, a artificielle, u inconnue

Grille macroinvertébrés

Les habitats étudiés en amont et en aval du rejet doivent être identiques (substrat, vitesse d'écoulement), 4 échantillons en aval et 4 échantillons en amont du rejet

Substrats	Habitabilité ¹	Recouvrement Cav (aval) (%) ²	Nombre de prélèvements aval	Recouvrement Cam (amont) (%) ²	Nombre de prélèvements amont
Blocs mobiles >250 mm	10				
Mousses (Bryophytes)	9				
Spermatophytes immergées (hydrophytes)	8				
Eléments organiques grossiers (litières, bois, racines)	7				
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) 250 mm > Ø > 25 mm	6				
Granulats grossiers 25 mm > Ø > 2,5 mm	5				
Spermatophytes émergents de strate basse (hélophytes)	4				
Sédiments fins +/- organiques, vases Ø < 0,1 mm, gouille marginale	3				
Sables et limons Ø < 2,5 mm	2				
Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols, parois), blocs scellés> Ø 250 mm	1				
Algues ou à défaut marnes et argiles	0				

¹Substrats classés par habitabilité décroissante 10 (très bonne) bis 0 (minimale)

²Recouvrement : (1) faible (1-5%) / (2) peu abondant (6-10%) / (3) abondant (11-50%) / (4) très abondant (>50%)

Macroinvertébrés
Cours d'eau
Rejet

Date
Collaborateur

Le nombre d'individus est compté jusqu'à dix individus et estimé pour les taxons plus abondants. Détermination au rang de la famille ou supérieur. Les taxons peuvent aussi être inscrits comme Taxa sp. 1, Taxa sp. 2.

GI	Cours d'eau aval (Cav)					Cours d'eau amont (Cam)				
	1cav	2cav	3cav	4cav	Σ cav	1cam	2cam	3cam	4cam	Σ cam
PORIFERA										
CNIDARTIA										
BRYOZOA										
PLATYHELMINTHES										
Dugesiidae/Planariidae										
"NEMATHELMINTHES"										
ANELLIDA	1									
Erpobdellidae	1									
Glossiphoniidae	1									
Hirudidae (Tachet)	1									
Piscicolidae	1									
Oligochaeta	1									
MOLLUSCA	2									
Gastropoda	2									
Acroloxidae	2									
Ancylidae (Tachet)	2									
Bitynidae	2									
Ferrissiidae (Tachet)	2									
Hydrobiidae	2									
Lymnaeidae	2									
Neritidae	2									
Physidae	2									
Planorbidae	2									
Valvatidae	2									
Viviparidae	2									
Bivalvia	2									
Dreissenidae	2									
Corbiculidae	2									
Sphaeriidae	2									
Unionidae	2									
ARTHROPODA										
Hydracarina										
Crustacea										
Branchiopoda										
Amphipoda	2									
Gammaridae	2									
Niphargidae										
Isopoda										
Asselidae	1									
Janiridae										
Decapoda										
Astacidae										
Cambaridae										
Ephemeroptera	2									
Ameletidae										
Baetidae	2									
Caenidae	2									
Ephemerellidae	3									
Ephemeridae	6									
Heptageniidae	5									
Leptophlebiidae	6									
Polycentropidae	5									
Potamanthidae	5									
Odonata										
Calopterygidae										
Coenagrionidae										
Cordulegastridae										
Gomphidae										
Lestidae										
Plecoptera	5									
Capniidae	8									
Chloroperlidae	9									
Leuctridae	6									
Nemouridae	5									
Perlidae	9									
Perlodidae	9									
Taeniopterygidae	7									

Note MZB = (VT+GI)-1 VT: 1-3=1, 4-6=2, 7-9=3, 10-12=4, 13-16=5, 17-20=6, 21-24=7, 25-28=8, 29-32=9, 33-36=10, 37-40=11, 41-44=12, 45-49=13, $\geq 50=14$

GI	Cours d'eau aval (Cav)					Cours d'eau amont (Cam)				
	1cav	2cav	3cav	4cav	Σ cav	1cam	2cam	3cam	4cam	Σ cam
Megaloptera										
Sialidae										
Heteroptera										
Aphelocheiridae	3									
Notonectidae										
Pleidae										
Veliidae										
Coleoptera										
Dytiscidae										
Elmidae	2									
Gyrinidae										
Halpidae										
Hydraenidae										
Scirtidae										
Trichoptera	3									
Beraeidae	8									
Brachyceridae	8									
Echomidae										
Glossosomatidae	7									
Goeridae	7									
Helicopsychidae										
Hydropsychidae	3									
Hydroptilidae	5									
Lepidostomatidae	6									
Leptoceridae	4									
Limnephilidae	3									
Odontoceridae	7									
Philopotamidae	8									
Polycentropidae	4									
Psychomyiidae	4									
Rhyacophilidae	4									
Sericostomatidae	6									
Diptera										
Athericidae										
Blephariceridae										
Ceratopogonidae										
Chironomidae	1									
Culicidae										
Dixidae										
Dolichopodidae										
Empididae										
Limonidae/Pedicidae										
Syphidae										
Tabanidae										
Tipulidae										
Autres taxa										
Indicateurs auxiliaires										
Chiro. rouges appendices										
Erpobdellidae										
Asellus										
Tubificidae										
Plecoptera										
Note indic. auxiliaires										
Estimation par l'expert										
(±1 Point, rempli par l'hydrobiologiste):										
- 1 Point:	0									0
+ 1 Point:										

Note MZB:	Classe aval		classe amont	
	0	1	0	1
1=0-3 Ind., 2= 4-10 Ind., 3= 11-100 Ind., 4= 101-1000 Ind., 5>1000 Ind.				
Note corrigée				
Atteinte générée par le rejet				

Remarques (p. ex. nombre élevé d'individus morts):

Cours d'eau aval Nb. Taxa	0	VT:	0	GI		Note MZB:	0		Déférence Notes MZB aval-amont:	0
Cours d'eau amont Nb. Taxa	0	VT:	0	GI		Note MZB:	0		Note corrigée	0

Annexe 3 : Questions de contrôle pour l'évaluation du point de rejet par rapport à la référence ou aux environs immédiats (niveau 1, plans d'eaux)

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



Questions de contrôle pour l'évaluation du point de rejet par rapport à la référence ou aux environs immédiats (niveau 1, plans d'eaux)

Paramètres	Questions de contrôle sur le périmètre du rejet (par rapport à l'environnement)	Non	Oui	Impossible de se prononcer ¹
Aspect général et stress hydraulique	Présence accrue de boues	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Apport accru de sédiments provenant d'eaux de chaussée (boues noires, odeur d'hydrocarbures)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Présence de déchets solides de l'assainissement urbain	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Présence accrue d'organismes hétérotrophes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Présence accrue d'algues	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Atteintes mécaniques-hydrauliques (affouillement, dépôts)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Végétation	Présence accrue d'indicateurs typiques de pollution ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Variation de la limite inférieure de la profondeur de la végétation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Modification de la densité de la végétation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Diminution de l'abondance des characées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cas spéciaux	Augmentation des espèces eutrophes et tolérantes aux perturbations (p. ex. <i>Zannichellia sp.</i> , <i>Elodea sp.</i> , potamots à feuilles filiformes, <i>Myriophyllum sp.</i> , <i>Ceratophyllum sp.</i>)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ports, quais, déversements en eaux profondes, embouchures de rivière, etc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Niveau 2 pour les plans d'eau nécessaire :		<input type="radio"/>	Oui / Non	<input type="radio"/>

¹ P. ex. si la cause n'est pas connue (p. ex. en raison de la présence de plusieurs rejets ou si l'origine n'est pas connue [incertitude sur l'origine naturelle ou artificielle]), si l'étude n'atteint pas la limite de la végétation ou si le groupe d'espèces est absent.

² *Zannichellia palustris*, Chironomidae rouges, tubificidés, invertébrés ayant une affinité avec les apports de substances organiques liés au rejet (p. ex. aselles), algues vertes filamentueuses

[Effacer le formulaire](#)

Annexe 4: Formulaire niveau 2, Analyse de la qualité des eaux pour l'évaluation des rejets (analyse détaillée) dans le cadre des PGEE et des contrôles d'efficacité dans les plans d'eau

Commune			Collaborateur			météo jour du relevé												
N° Commune			Date			météo jour précédent												
Cours d'eau			Transect			Atteintes préexistantes												
Rejet			Azimut			/Commentaires												
Section	Profon deur (m)	Densité de végétation	Espèce	Espèce	Espèce	Espèce	Espèce	Espèce	Aspect général (Type: n = naturelle a = artificielle u = inconnue)	Indicateurs aux.: (classes: 1=très rare 2=rare 3=répandu 4=beaucoup 5=présence massive)	Vitalité:							
			hauteur vég	hauteur vég	hauteur vég	hauteur vég	hauteur vég	hauteur vég			A = très bien développé B = bien développé C = moyen. développé D = mal développé							
			% espèce	% espèce	% espèce	% espèce	% espèce	% espèce			Hauteur de végétation= hauteur dominante (m)							
											Autres: p.ex. Bivalves, Néobiotes (Classes d'abondance de 1 à 5)							
			Vitalité	Vitalité	Vitalité	Vitalité	Vitalité	Vitalité	Paramètre	Type	Classe	Indicateurs aux. Classes (1-5)	Substrat	%				
de	de	<1% = 0							Boues			Zannichellia palustris		Rochers/blocs > 50 cm				
		1-10% = 0.5							Sulfure de fer			Algues vertes filamenteuses		Cailloux 10-50 cm				
		11-25% = 1							Déchets solides			Chiro. rouges./ Tubifex		Granulat grossier 2-10 cm				
a	a	26-50% = 2							Organismes hétérotrophes			Asselles/ autres décomposeurs		Granulat fin 0.2-2 cm				
		51-75% = 3	%	%	%	%	%	%	Autres déchets			Autres:		Sable 1-2 mm				
		> 75% = 4	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	AV, Cyano (1-5)						Craie lacustre			
Remarques:															atteintes méc.-hydr.			Vase
de	de	<1% = 0							Boues			Zannichellia palustris		Rochers/blocs > 50 cm				
		1-10% = 0.5							Sulfure de fer			Algues vertes filamenteuses		Cailloux 10-50 cm				
		11-25% = 1							Déchets solides			Chiro. rouges./ Tubifex		Granulat grossier 2-10 cm				
a	a	26-50% = 2							Organismes hétérotrophes			Asselles/ autres décomposeurs		Granulat fin 0.2-2 cm				
		51-75% = 3	%	%	%	%	%	%	Autres déchets			Autres:		Sable 1-2 mm				
		> 75% = 4	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	AV, Cyano (1-5)						Craie lacustre			
Remarques:															atteintes méc.-hydr.			Vase
de	de	<1% = 0							Boues			Zannichellia palustris		Rochers/blocs > 50 cm				
		1-10% = 0.5							Sulfure de fer			Algues vertes filamenteuses		Cailloux 10-50 cm				
		11-25% = 1							Déchets solides			Chiro. rouges./ Tubifex		Granulat grossier 2-10 cm				
a	a	26-50% = 2							Organismes hétérotrophes			Asselles/ autres décomposeurs		Granulat fin 0.2-2 cm				
		51-75% = 3	%	%	%	%	%	%	Autres déchets			Autres:		Sable 1-2 mm				
		> 75% = 4	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	AV, Cyano (1-5)						Craie lacustre			
Remarques:															atteintes méc.-hydr.			Vase
de	de	<1% = 0							Boues			Zannichellia palustris		Rochers/blocs > 50 cm				
		1-10% = 0.5							Sulfure de fer			Algues vertes filamenteuses		Cailloux 10-50 cm				
		11-25% = 1							Déchets solides			Chiro. rouges./ Tubifex		Granulat grossier 2-10 cm				
a	a	26-50% = 2							Organismes hétérotrophes			Asselles/ autres décomposeurs		Granulat fin 0.2-2 cm				
		51-75% = 3	%	%	%	%	%	%	Autres déchets			Autres:		Sable 1-2 mm				
		> 75% = 4	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	AV, Cyano (1-5)						Craie lacustre			
Remarques:															atteintes méc.-hydr.			Vase
de	de	<1% = 0							Boues			Zannichellia palustris		Rochers/blocs > 50 cm				
		1-10% = 0.5							Sulfure de fer			Algues vertes filamenteuses		Cailloux 10-50 cm				
		11-25% = 1							Déchets solides			Chiro. rouges./ Tubifex		Granulat grossier 2-10 cm				
a	a	26-50% = 2							Organismes hétérotrophes			Asselles/ autres décomposeurs		Granulat fin 0.2-2 cm				
		51-75% = 3	%	%	%	%	%	%	Autres déchets			Autres:		Sable 1-2 mm				
		> 75% = 4	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	AV, Cyano (1-5)						Craie lacustre			
Remarques:															atteintes méc.-hydr.			Vase

Annexe 5 : Formulaire Contrôle de fonctionnement

Données générales									
Commune			Collaborateur			Rejet actif (oui/non)		Niveau du cours d'eau (bas, moyen haut)	
N° Commune			Date						
Cours d'eau			Météo jour du relevé						
Rejet			Météo jour précédent						
Station	Cam (amont)		R (rejet)		PR (près du rejet)		Cav (aval)	Remarques	
N° station									
Coordonnées X									
Coordonnées Y									
Nuisances préexistantes (agri, hydraul, lassainissement urbain)									
Aspect général	Classe	Type *	Classe	Type *	Classe	Type *	Classe	Type *	Evaluation de l'impact du rejet (1 aucun, 2 faible/moyen, 3 élevé, 4 pas clair, 5 impossible de se prononcer)
Boue									
Sulfure de fer									
Déchets solides de l'assainissement urbain									
Organismes hétérotrophes									
Algues									
Remarques station									
Impact du rejet: Aspect général			(1 aucun, 2 faible/moyen, 3 élevé, 4 pas clair, 5 impossible de se prononcer) Aggregation worst case						
Atteintes mécaniques-hydrauliques									
Atteinte de l'Aspect général en raison d'un dysfonctionnement du déversoir (oui/non, si oui, description du dysfonctionnement et proposition de mesure pour éliminer les lacunes):									
D'autres mesures de construction sont-elles nécessaires pour éliminer les lacunes dans le fonctionnement (oui/non, si oui, informer l'autorité cantonale compétente):									

*n naturelle, a artificielle, u inconnue

Annexe 6 : Biosécurité

En cas de travaux dans plusieurs milieux récepteurs en peu de temps, des espèces exotiques (néobiotes invasifs) ou des maladies (germes pathogènes p.ex. peste des écrevisses, Saprolegnia ou PKD) peuvent être transportées dans les plans ou cours d'eau. Les espèces végétales et animales exotiques invasives et les maladies exotiques peuvent causer de grands dégâts dans les milieux aquatiques (réduction de la biodiversité, modification de l'habitat, etc.).

Travaux dans les cours d'eau

Pour éviter tout transport d'agent pathogène et de contamination entre bassins versants, l'opérateur changera le matériel de prélèvement et les bottes ou les désinfectera avec un produit adéquat (p.ex. comprimés de chlore effervescents, Potassium Peroxomonosulphate, eau de javel, Virkon®) à chaque changement de bassin versant. Cela est particulièrement indiqué lors de travaux à proximité d'une pisciculture ou de remontée du bassin versant (OFEV, 2019).

Si plusieurs rejets sont analysés dans un bassin versant, ils seront en principe traités dans le sens de l'écoulement, du haut vers le bas.

Travaux en plongée

Pour garantir la biosécurité, le matériel doit être remplacé ou nettoyé correctement à chaque changement de plan d'eau. Lors des changements de plans d'eau, il faut donc toujours laisser sécher complètement le matériel de plongée et d'accompagnement (bateau, etc.). Si un séchage complet n'est pas possible, l'équipement doit être remplacé.

Avant de sécher le matériel, il faut toujours le nettoyer mécaniquement avec de l'eau propre.

Annexe 7 : Règles de sécurité

1) Règles de sécurité pour travaux en plongée

Les analyses dans des plans d'eau sont réalisées le plus souvent en plongée. Les plongées pour l'évaluation de l'impact de type émission d'un rejet sont considérées comme des travaux de scaphandriers et sont soumises aux dispositions de l'ordonnance sur la sécurité des travailleurs lors de travaux en milieu hyperbare, du 15 avril 2015, (état le 1^{er} janvier 2018). L'ordonnance complète, et plus particulièrement le chapitre 4 (Dispositions spéciales pour les travaux de scaphandriers), s'applique aux travaux en plongée.

L'ordonnance définit les travaux en plongée comme suit :

Travaux de scaphandriers : lorsque ces derniers portent un équipement de plongée et se trouvent sous la surface de l'eau (art. 1, al. 2, let. b).

Quelques-unes des dispositions légales relatives aux profondeurs et aux durées de plongée, au nombre et aux tâches des personnes concernées, aux exigences médicales imposées aux scaphandriers et aux exigences de matériel sont récapitulées ci-après (exhaustivité non garantie).

Profondeurs de plongée

La profondeur maximale de plongée joue un rôle secondaire pour la cartographie des macrophytes car, dans la plupart des cas, on ne plonge que jusqu'à la limite de la végétation. La profondeur maximale de plongée dépend d'une part de la profondeur admissible selon le niveau de formation et d'autre part de la profondeur de plongée fixée par le médecin du travail après une évaluation médicale des capacités du scaphandrier. Par ailleurs, lorsque de l'air à respirer provenant de l'atmosphère est utilisé, la profondeur maximale de plongée est de 40 mètres (art. 52).

Durées de plongée

- Si la profondeur de plongée dépasse les dix mètres, la durée de plongée ne doit pas excéder trois heures par plongée et généralement un deuxième plongeur est requis. La durée cumulée de plongée n'excède pas six heures par 24 heures et une période de travail de huit heures comprenant une ou plusieurs plongées doit être suivie d'un temps sans exposition de douze heures au moins. En outre, les plongées n'ont pas lieu plus de cinq jours sur sept. Si les plongées ont lieu pendant cinq jours consécutifs, un temps sans exposition de 48 heures doit être observé (art. 53).
- Les personnes âgées de plus de 50 ans et les travailleurs en formation ne travaillent que pendant 50% du temps de séjour en milieu hyperbare admissible (art. 16/art. 18).

Nombre de personnes et tâches

- À la surface, l'équipe est composée d'un conducteur de travaux et de spécialistes pour les premiers secours et pour la surveillance du scaphandrier. Les tâches des spécialistes peuvent aussi être prises en charge par le conducteur de travaux (art. 11/art. 12)
- Le nombre de scaphandriers nécessaires sous la surface est le suivant selon l'art. 55 :
 - Profondeurs de plongée de moins de dix mètres sans risques accrus au sens de l'art. 44¹: le scaphandrier peut plonger seul s'il est relié à la surface par une corde de sécurité et s'il est surveillé par une personne à la surface.
 - Profondeurs de plongée de plus de dix mètres ou de moins de dix mètres avec risques accrus: il doit y avoir au moins deux scaphandriers dans l'eau qui collaborent et deux personnes à la surface qui surveillent les scaphandriers et assurent leur sauvetage.

¹ Risques accrus au sens de l'art. 44, al. 1, let. a–f: qualité de l'eau, température de l'eau, courants, installations susceptibles d'entraver les travaux de scaphandriers, des espaces confinés, conditions géologiquement instables, présence de navigation et de voies fluviales

Exigences de matériel

- Un masque facial intégral est obligatoire à titre de sécurité contre les évanouissements (art. 47).
- Entre le scaphandrier et le signaleur, une communication verbale correspondant à l'état de la technique doit être établie (art. 50).
- Le scaphandrier est relié à la surface au moyen d'un fil-guide. Le fil-guide n'est pas nécessaire dans certains cas (voir art. 51)
- Un bateau d'accompagnement à moteur est nécessaire si le sauvetage ne peut pas être effectué à partir d'un autre emplacement situé à la surface (p.ex. la rive ou une plate-forme). Le bateau doit être doté d'une protection d'hélice et emporter les équipements de protection et de sauvetage appropriés contre la noyade (p. ex. gilets de sauvetage) (art. 45).

Exigences médicales imposées aux scaphandriers

- Des examens médicaux d'aptitude à la plongée (visites d'entrée et de contrôle) par un médecin spécialiste sont obligatoires à intervalles réguliers. Les organisations DAN (www.daneurope.org) ou SUHMS permettent de contacter des médecins qualifiés en Suisse.

Précautions d'hygiène

Avec les travaux en plongée pour l'évaluation des rejets de type immission, il y a une certaine probabilité qu'un plongeur entre en contact avec des eaux usées contaminées, des sédiments pollués et des dépôts provenant de l'assainissement urbain. Pour protéger le plongeur, certaines mesures de précaution sont recommandées. Les travaux en plongée ne doivent pas être effectués pendant ou peu après les événements de déversement. En outre, un plongeur peut se protéger en utilisant un équipement approprié (par exemple, un masque facial intégral, une combinaison étanche et des gants étanches).

2) Règles de sécurité lors des analyses dans les cours d'eau

Le module SMG Macrozoobenthos (OFEV 2019) présente des règles de sécurité et des mesures de précaution importantes pour les analyses dans les cours d'eau. Pour les analyses sur les rejets dans les cours d'eau, les mesures de sécurité suivantes sont notamment pertinentes :

- **Accès et déplacement sécurisés :** le site d'échantillonnage doit être accessible de manière sûre (pas de berges escarpées), un déplacement sans risque avec des cuissardes/waders doit être garanti sur l'ensemble de la surface d'échantillonnage. Les situations suivantes présentent un risque pour l'opérateur : 1. débits et vitesses de courant trop forts, 2. eaux trop profondes, 3. pentes trop importantes, 4. berges inaccessibles. Dans chacune de ces situations, l'opérateur devra estimer personnellement les risques encourus et renoncer à l'échantillonnage en cas de doute. Le port d'un gilet de sauvetage autogonflant, de même que la présence d'une deuxième personne sur la rive sont vivement conseillés dans les cours d'eau à risque.
- **Tronçon soumis à l'exploitation de la force hydraulique :** un contact doit être pris avec l'exploitant pour déterminer précisément la date et l'heure de l'échantillonnage avant tout parcours dans le lit de cours d'eau. L'exploitant communiquera l'horaire exact des variations de débit alors que l'opérateur informera l'exploitant à l'avance de la date, l'heure et la durée de son échantillonnage. L'échantillonnage ne se réalise qu'en cas de garanties fournies par l'exploitant. Une attention particulière devra être portée aux installations automatiques (p.ex. purges automatiques).
- **Risque de crues :** l'opérateur devra s'informer des conditions hydrologiques (www.hydrodaten.admin.ch/fr/) et météorologiques (www.meteosuisse.admin.ch/home.html?tab=overview) avant chaque campagne de terrain pour évaluer les risques de crues subites ou avérées dans les cours d'eau à échantillonner.

Selon les conditions (p.ex. accès difficile, cours d'eau plus important), la présence d'une deuxième personne peut être recommandée pour des raisons de sécurité.

Annexe 8 : Exemple de matrice d'évaluation

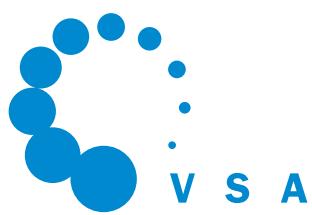
Matrice d'évaluation											
Cours d'eau /plans d'eau											
Projet	Date		Coordonnées								
Milieu récepteur	Section / site		Analyse de la qualité des eaux Module G								
Hydrologie	Estimation (E)		Calcul (C)								
Surface BV [km ²]	Longueur de la section [km]		Largeur du cours [m]		Profondeur d'eau moy. [m]		Débit estimé [l/s]		Q ₃₄₇ (étage [l/s])		
Remarques									Altitude [m] min max.		
<i>Informations générales point de rejet</i>											
Écomorphologie	Déficit principal Écomorph.		Végétation riveraine		Atteintes préexistantes						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé [m ³ /an]		Fréquence [nombre/an]		Durée [h/an]						
Remarques											
<i>Indications pour les déversements des eaux usées</i>											
Désignation	Volume déversé										

Annexe 9: Tableau de transfert entre l'attribut «BESOIN_D_INTERVENTION» selon le module G et la VSA-SDEE-Mini et les valeurs du catalogue du MGDM PGEE

Besoin d'intervention	Atteinte globale MGDM 129.1	Description
Module G VSA-SDEE-Mini 2020		
Non non	aucune_influence	Pas d'influence du rejet sur la base de l'analyse, donc pas de besoin d'intervention.
Oui, à long terme oui_a_long_terme	influence_moyenne	Influence moyenne du rejet sur la base de l'analyse, donc besoin d'intervention à long terme.
Oui, à court terme oui_a_court_terme	forte_influence	Forte influence du rejet sur la base de l'analyse, donc besoin d'intervention à court terme.
Impossible de ce prononcer aucun_avis_possible	aucune_indication_possible	En raison des conditions, l'analyse ne permet pas de se prononcer sur l'influence du rejet. Une autre analyse ne permettrait pas fournir de connaissances supplémentaires.
Clarifier le statut Clarifier_le_statut	pas_clair	L'analyse a donné des résultats peu clairs. Des informations supplémentaires sont attendues d'une analyse nouvelle/plus approfondie.
inconnu	inconnu	Est couvert par «aucune_indication_possible» – supprimer la valeur dans la VSA-SDEE-Mini 2020 et dans le MGDM. Les valeurs existantes reçoivent respectivement la valeur «aucun_avis_possible» ou «aucune_indication_possible» si une analyse a eu lieu. L'attribut est laissé vide si aucune analyse n'a encore eu lieu.
-	faible_influence	Pas d'équivalent dans le module G et la VSA-SDEE-Mini 2020 – Supprimer la valeur dans MGDM. Les valeurs existantes obtiennent un besoin d'intervention «oui_a_long_terme».

Après concertation avec l'OFEV, le MGDM PGEE sera adapté au module G (ou à la VSA-SDEE-Mini 2020), après quoi l'annexe 9 deviendra caduque.

Pour la planification de mesures aux points de rejets, il faut dans tous les cas se référer aux informations détaillées de l'évaluation selon le module G.



Association suisse des professionnels
de la protection des eaux (VSA)
Europastrasse 3
Case postale, 8152 Glattbrugg
sekretariat@vsa.ch
www.vsa.ch
Tel. 043 343 70 70