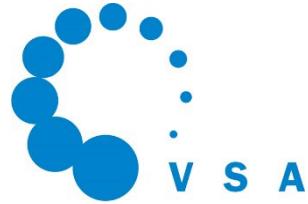




Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

eawag
aquatic research ooo



Concept

Contrôle des effets de l'extension des stations d'épuration des eaux usées avec une étape d'élimination des micropolluants

Décembre 2025

Auteur·ices :

Rebekka Gulde, Pascal Wunderlin (VSA, Plateforme *Techniques de traitement des micropolluants*)

Silwan Daouk (VSA, Plateforme *Qualité des eaux*), Irene Wittmer (auparavant VSA, maintenant AWA Berne)

Christian Stamm (Eawag)

Miriam Reinhardt (OFEV, section *Bases hydrogéologiques*)

Anke Hofacker, Urs Schönenberger (OFEV, section *Qualité des eaux*)

Saskia Zimmermann-Steffens (OFEV, section *Gestion des eaux urbaines*)

1. Contexte

Les micropolluants (MP) tels que les médicaments, les pesticides et autres produits chimiques sont mal éliminés dans les stations d'épuration communales (STEP) conventionnelles. Les eaux usées déversées dans les cours d'eau entraînent des concentrations élevées et des charges importantes de ces MP. Une étape d'épuration supplémentaire pour l'élimination des MP (étape MP), dans laquelle les eaux usées sont traitées soit avec de l'ozone, du charbon actif ou une combinaison des deux, permet d'éliminer un grand nombre de MP des eaux usées et de réduire leur apport dans les eaux. Le Parlement suisse a donc décidé en 2014 d'équiper certaines STEP d'une telle étape de traitement des MP sur la base de critères définis par la loi. Ces exigences légales sont entrées en vigueur le 1er janvier 2016.

Les objectifs de l'extension des STEP dans toute la Suisse avec une étape MP sont les suivants :

- Protection des organismes aquatiques
- Protection des ressources en eau potable (lacs et nappes phréatiques)
- Réduction des charges de MP dans les eaux, afin d'assumer la responsabilité de la Suisse en tant que riverain amont.

Pour atteindre ces objectifs, l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) définit les STEP qui doivent être aménagées. 75% des coûts d'investissement des mesures sont cofinancés par une taxe sur les eaux usées que tous les habitants raccordés à une STEP versent à la Confédération.



Sont concernées par l'extension MP les STEP qui remplissent les critères suivants (OEaux, RS 814.20, Annexe 3.1, chiffre 2, numéro 8) :

- Installations à partir de 80'000 habitants raccordés ;
- Installations à partir de 24'000 habitants raccordés dans le bassin versant des lacs ;
- Installations à partir de 8'000 habitants raccordés, qui déversent dans les cours d'eau avec une part d'eaux usées de plus de 10%¹
- Installations à partir de 8'000 habitants raccordés, si une épuration est nécessaire en raison de conditions hydrogéologiques particulières.

Sur la base de ces critères, les cantons ont défini au total environ 140 STEP qui doivent prendre des mesures. Ces STEP sont tenues de respecter à l'avenir un taux d'épuration de 80% pour les MP.

En plus de ce plan d'extension, le Parlement suisse a adopté la motion 20.4261 en 2021. Celle-ci demande que toutes les STEP dont les rejets dépassent les valeurs limites de MP dans les eaux doivent prendre des mesures et que la taxe sur les eaux usées soit adaptée pour cofinancer ces mesures. Le projet de loi correspondant est en cours d'élaboration. Ainsi, 300 autres STEP pourraient être concernées [Gulde 2024a]. Le présent concept se focalise sur le programme d'extension des STEP en cours, mais il peut être facilement étendu pour vérifier également l'effet des mesures supplémentaires au sens de la motion 20.4261.

La Confédération et les cantons doivent vérifier l'impact des mesures de la LEaux et en informer le public (contrôle des résultats ; art. 50 LEaux). Ils doivent donc procéder à un contrôle des résultats de l'extension des STEP. Selon le message relatif au "financement de l'élimination des composés traces organiques des eaux usées conformément au principe du pollueur-payeur" [Message LEaux 2013], il convient en outre de "contrôler après une première phase de mise en œuvre, p. ex. après dix ans", si la protection des écosystèmes et des ressources en eau potable a été suffisamment améliorée

2. Structure du concept

Le présent concept décrit comment et à l'aide de quels paramètres le contrôle des résultats doit être effectué au niveau national. Les évaluations décrites qui seront effectivement réalisées dépendent des ressources humaines et financières. Le concept documente les travaux nécessaires à la collecte des données et à l'évaluation du contrôle des résultats au niveau national.

Contrôle des résultats = contrôle de la mise en œuvre + contrôle des effets

¹ Les 10% se rapportent à la part des eaux usées non épurées en ce qui concerne les MP organiques par rapport au débit minimal (Q₃₄₇) du cours d'eau.



Le contrôle des résultats comprend d'une part un contrôle de la mise en œuvre, qui examine si l'extension de la STEP est correctement mise en œuvre. D'autre part, il comprend un contrôle des effets qui vérifie si l'extension de la STEP a un effet positif sur les eaux comme prévu. Ce dernier examine si les objectifs susmentionnés de l'extension de la STEP sont atteints.

La Figure 1 donne un aperçu du contrôle des résultats et des évaluations correspondantes, qui sont décrits en détail au chapitre 3 pour le contrôle de la mise en œuvre dans les STEP et au chapitre 4 pour le contrôle des effets dans les eaux.

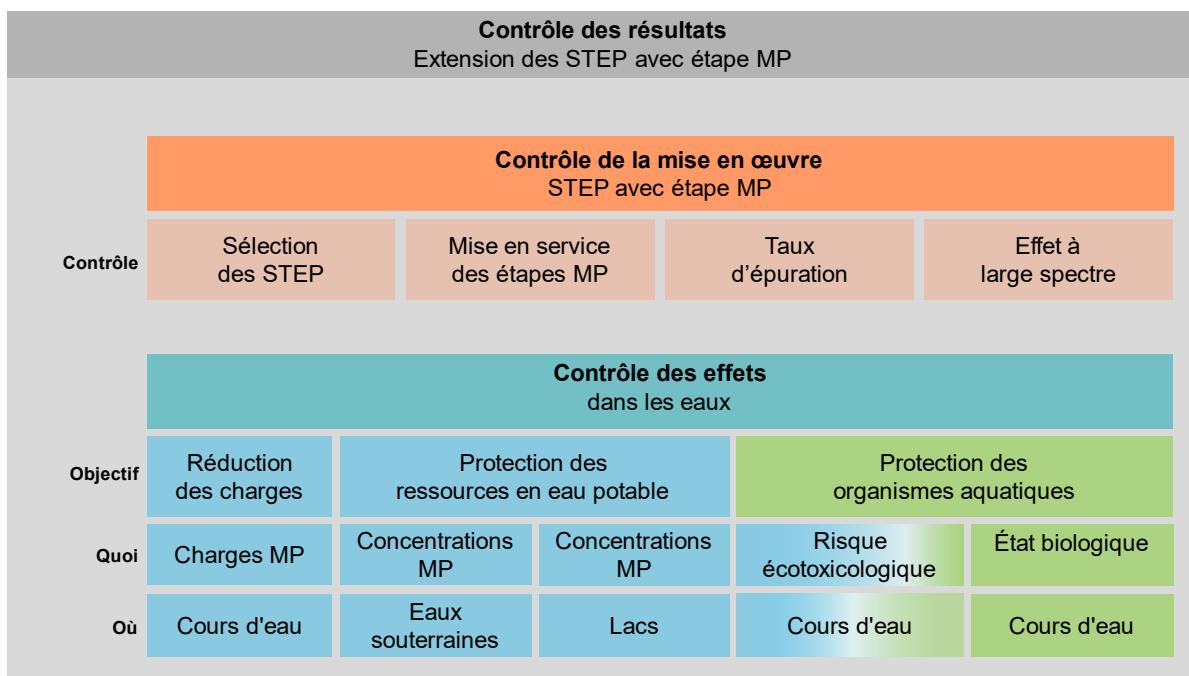


Figure 1: Aperçu du concept de contrôle des résultats de l'extension des STEP avec étape MP. Le contrôle des résultats comprend à la fois le contrôle de la mise en œuvre (= mise en œuvre correcte de l'extension de la STEP) et le contrôle des effets (= effets sur les eaux).

Pour les différentes évaluations du contrôle des résultats, on considère à chaque fois des MP différents. Les sous-chapitres suivants décrivent de quels MP il s'agit et comment ils ont été choisis. L'Annexe A donne une vue d'ensemble des MP choisis en fonction de l'évaluation.

Outre le contrôle des effets au niveau national, certaines STEP ou certains cantons contrôlent également l'impact de l'étape MP sur les eaux au niveau local. Cela ne fait pas partie de l'approche nationale présentée ici. L'Annexe C résume toutefois, à titre d'aide, les réflexions à prendre en compte lors d'un contrôle des effets local.



3. Contrôle de la mise en œuvre dans les STEP

3.1 Vérification des STEP sélectionnées

L'OFEV vérifie si les cantons ont sélectionné les STEP dans lesquelles des mesures d'élimination des MP doivent être prises conformément aux critères. Actuellement, cela se fait sur la base des rapports de planification que les cantons concernés ont établis entre 2016 et 2018 et soumis à la Confédération. A l'avenir, la vérification se fera sur la base de ce que l'on appelle les planifications cantonales, qui sont exigées par la [motion 20.4262](#).

Fiche descriptive : Examen des STEP sélectionnées

Basé sur : Planifications cantonale

Évaluation effectuée par : OFEV - Section Gestion des eaux urbaines

3.2 Vérification de la mise en service des étapes MP

L'OFEV vérifie si les mesures définies sont mises en œuvre dans les délais requis dans les STEP sélectionnées. Actuellement, cette vérification se fait dans le cadre du paiement final de l'OFEV aux cantons, qui transmettent ensuite ce paiement aux exploitants des STEP équipées d'une étape MP. Dans le cadre de la motion 20.4262, la possibilité d'introduire à l'avenir une obligation pour les cantons de rendre compte à l'OFEV de la mise en œuvre des mesures est examinée.

Fiche descriptive : Vérification de la mise en service des étapes MP

Basé sur : Rapports des cantons

Évaluation effectuée par : OFEV - Section Gestion des eaux urbaines

3.3 Vérification du taux d'épuration à l'aide de 12 substances de référence

Les STEP avec étape MP doivent respecter un taux d'épuration de 80% sur l'ensemble de la STEP. Celui-ci est contrôlé périodiquement à l'aide de 12 substances de référence. Le nombre de contrôles par an dépend de la taille de l'installation. Les substances de référence ont été choisies pour vérifier le bon fonctionnement technique des STEP avec étape MP.

Les critères suivants ont conduit à cette sélection de substances [Götz 2010] :

- Les substances doivent être des substances de base et non des produits de dégradation chimique ou biologique de ces substances,
- Elles sont présentes dans les eaux usées de toute la Suisse,
- Elles arrivent en continu à la STEP,
- Elles sont quantifiables par des méthodes analytiques courantes,
- Elles ne sont pas suffisamment éliminées dans l'étape d'épuration biologique (c.-à-d. à moins de 50%) et
- Elles sont éliminées de manière similaire par l'ozonation ou le charbon actif, à savoir (très) facilement.

L'impact écotoxicologique des substances n'a pas été un critère de sélection.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

eawag
aquatic research ooo



Étant donné que les 12 substances de référence sont éliminées à des degrés divers par les deux méthodes courantes d'élimination des MP - l'ozonation et le traitement au charbon actif -, elles sont classées en deux catégories :

- Substances pouvant être éliminées très facilement, avec une élimination sur l'ensemble de la STEP de plus de 80% : amisulpride, carbamazépine, citalopram, clarithromycine, diclofénac, hydrochlorothiazide, métaprolol, venlafaxine.
- Substances pouvant être éliminées facilement, avec une élimination entre 50 et 80% : benzotriazole, candésartan, irbésartan et 4- et 5-méthylbenzotriazole.

Le calcul du taux d'épuration est régi par une ordonnance du DETEC [DETEC, 2016]. Celle-ci stipule que le taux d'épuration doit être calculé sur la base d'au moins six substances de référence. Les substances indicatrices doivent être représentées dans un rapport de 2:1 parmi les catégories "substances éliminées très facilement" et "substances éliminées facilement".

Le taux d'épuration prescrit par la loi est de 80%. Cela signifie que la valeur moyenne des éliminations individuelles de toutes les substances utilisées pour le calcul doit être d'au moins 80%. L'Annexe F décrit plus en détail la détermination du taux d'épuration. Si les substances principales sont éliminées à 80%, cela signifie que de nombreux autres MP ainsi que leurs effets indésirables sur les organismes aquatiques (par exemple la féminisation des truites mâles par des perturbateurs endocriniens) sont éliminés des eaux usées.

Les cantons rapportent chaque année à l'OFEV si les étapes MP dans leurs cantons respectent le taux d'épuration de 80% exigé par la loi. Si ce n'est pas le cas, ils en indiquent les raisons et les mesures prévues pour y remédier. L'OFEV publie ces informations sur son site internet et les met à jour chaque année [OFEV 2023].

Tous les cinq ans, le VSA rassemble les données mesurées dans toute la Suisse concernant les substances de référence et éventuellement d'autres MP mesurés. En outre, les paramètres d'exploitation pertinents des STEP sont relevés, comme la consommation d'intrants et les mesures UV. Le taux d'épuration est évalué et interprété dans le contexte de la situation de la STEP. A l'aide de ces paramètres d'exploitation, les autorités cantonales d'exécution peuvent vérifier si le respect du taux d'épuration est réaliste tout au long de l'année, voir Annexe B.

Fiche descriptive : Vérification du taux d'épuration à l'aide des 12 substances de référence

Mesures et contrôle de la mise en œuvre de chaque STEP

Quoi : 12 substances de référence

Quand : 6-12x par an, à partir de l'extension

Où : Entrée et sortie des STEP avec étape MP

Qui : STEP, cantons, OFEV - Section Gestion des eaux urbaines

Evaluation élargie dans le cadre du contrôle de la mise en œuvre

Quoi : Comparaison des taux d'épuration entre les STEP concernées et selon leur situation

Quand : Tous les 5 ans

Qui : VSA - Plateforme Techniques de traitement des micropolluants



3.4 Vérification de l'effet à large spectre des différents procédés MP

Les procédés utilisés en Suisse pour éliminer les MP traitent leurs eaux usées soit avec de l'ozone, du charbon actif ou un procédé combiné. Ces procédés ont été choisis parce qu'ils se sont révélés efficaces pour l'élimination de nombreux MP lors d'essais préliminaires intensifs (effet à large spectre).

Cependant, l'effet réel à large spectre des procédés de MP exploités à l'échelle réelle n'a été démontré jusqu'à présent que sur une installation d'ozone [Bourgin 2018]. Il n'existe pas de données comparables à l'échelle réelle pour les installations au charbon actif. C'est ce qu'affirme une analyse du VSA, qui a rassemblé toutes les mesures de micropolluants dans les eaux usées (non) épurées disponibles dans toute la Suisse.

Un projet de mesure de l'Eawag permettra de combler ces lacunes. Dans le cadre de ce projet, un éventail aussi large que possible de MP sera mesuré. Les substances sélectionnées sont celles qui :

- Ont déjà été mesurées dans les eaux usées,
- Peuvent être quantifiées par des méthodes d'analyse, et
- Ont été sélectionnées sur la base d'une évaluation du rapport coût/bénéfice, en tenant compte également des aspects écotoxicologiques et d'exposition (p. ex. présence dans le milieu aquatique, voir chapitre 4.1.2), ainsi que du coût de l'analyse.

Au total, le projet recense plus de 1000 MP à l'aide de six méthodes d'analyse (multi-analyses LC-MS/MS, pyréthroïdes, substances polaires, PFAS, EDTA et NTA ainsi que MTBE et dioxane). Les échantillons sont prélevés dans dix STEP qui exploitent une étape de MP. Cela se répartit en trois installations d'ozone, trois installations de charbon actif en poudre (CAP), deux installations de charbon actif granulé (CAG) et deux procédés combinés d'ozonation et de CAG.

Les taux d'élimination des MP mesurés sont déterminés aussi bien individuellement qu'agrégés sur toutes les substances pour les différentes variantes de procédés. Cela permet d'évaluer et de comparer l'effet à large spectre des différents procédés d'élimination des MP et de le comparer au taux d'épuration mesuré à l'aide des 12 substances de référence. Les taux d'épuration sont en outre utilisés pour estimer la réduction de la charge, voir chapitre 4.1.2.

Fiche descriptive : Vérification de l'effet à large spectre des différents procédés MP

Mesures dans les STEP

Quoi : Plus de 1000 MP liés aux eaux usées avec 6 méthodes d'analyse différentes

Quand : 2025, puis tous les 10 ans

Où : Entrée et sortie d'une dizaine de STEP sélectionnées avec différents procédés d'élimination des MP

Qui : Eawag, OFEV - Section Gestion des eaux urbaines

Evaluation dans le cadre du contrôle de la mise en œuvre

Quoi : Taux d'épuration des substances présentes dans les eaux usées

Quand : 2026-2027, tous les 10 ans

Qui : Eawag, VSA - Plateforme Techniques de traitement des micropolluants, OFEV - Section Gestion des eaux urbaines



4. Contrôle des effets dans les eaux

Le contrôle des effets vérifie si l'extension de la STEP permet d'atteindre les trois objectifs pré-définis dans les eaux, voir également le chapitre 1 : (i) réduction des charges, (ii) protection des ressources en eau potable, (iii) protection des organismes aquatiques.

4.1 Réduction des charges

Les eaux usées contiennent un grand nombre de MP, qui sont éliminés à des degrés divers dans les étapes de traitement MP. La réduction de la charge que l'on peut attendre de l'extension des STEP dans les cours d'eau est estimée sur la base des informations relatives à la mise en service des étapes de MP (chapitre 3.2) et des mesures des charges de MP et des éliminations dans les STEP (voir chapitres 3.3 et 3.4). La modification réelle des charges dans le cours d'eau peut toutefois s'écarte de cette estimation, par exemple en raison de processus tels que la photodégradation ou le tamponnage par les lacs. Pour vérifier les effets réels dans les eaux, on compare donc la réduction des charges estimée avec celle effectivement mesurée dans des stations de mesure appropriées de l'Observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA).

Ces évaluations sont effectuées d'une part pour les MP liés aux eaux usées qui sont (très) facilement éliminés par les étapes de MP, voir chapitre 4.1.1 . D'autre part, on considère également les MP liés aux eaux usées qui sont moins ou pas du tout éliminés par les étapes de MP, voir chapitre 4.1.2.

Choix du site

Les stations de mesure, dans les cours d'eau, qui se prêtent à l'évaluation de la réduction de la charge sont celles qui :

- Sont suivies de manière permanente pour les MP
- Sont échantillonnées proportionnellement au débit,
- Contiennent des eaux usées épurées,
- Dans le bassin versant desquelles sont aménagées des STEP dont les eaux usées représentent une part significative des eaux usées du cours d'eau concerné, et
- Idéalement, couvrir différents bassins versants, en termes de taille et de présence de lacs.

En Suisse, seules les deux stations de l'Aar (Brugg) et du Rhône (Porte du Scex) effectuent en routine des mesures de MP proportionnelles au débit. S'y ajoute la station de surveillance du Rhin (RÜS) près de Bâle (Weil am Rhein). Des échantillons mixtes journaliers proportionnels au temps y sont analysés pour déterminer les MP, à partir desquels des flux suffisamment précis peuvent être calculés. L'étude de la réduction de la charge dans ces trois stations est certes possible - en particulier parce que le Rhin à Bâle contient les eaux usées épurées d'environ trois quarts de la population suisse. Cependant, pour l'Aar (Brugg) et le Rhin (Weil am Rhein), il faut tenir compte du fait que les lacs en amont (comme le lac de Bienne ou le lac de Constance) ren-



dent l'évaluation de la réduction de la charge plus compliquée en raison du long temps de séjour de l'eau. De plus, les apports d'eaux usées étrangères y compliquent l'interprétation des mesures suisses, voir Annexe E. L'OFEV examine donc d'ici la mi-2025 si un suivi des flux de MP dans des échantillons proportionnels au débit peut être réalisé fin 2025 dans le cadre de NAWA FRACHT à des stations de mesure supplémentaires. Les stations de mesure de la Thur (Andelfingen), de la Murg (Frauenfeld) et, sous certaines conditions, de l'Aar (Hagneck) sont potentiellement adaptées à cet effet, voir Annexe E.

4.1.1 Micropolluants (très) facilement éliminés par l'étape MP

Dans cette évaluation, il s'agit de considérer les MP liés aux eaux usées qui sont (très) facilement éliminés par l'extension de la STEP. L'objectif est de vérifier si la réduction de la charge attendue grâce à l'extension se reflète dans les données mesurées dans les cours d'eau.

Sélection de substances

Pour vérifier la réduction des charges, on considère les MP qui remplissent les critères suivants :

- Ils sont présents de manière étendue en Suisse et sont continuellement apportées par les eaux usées,
- Ils se retrouvent principalement dans les eaux via les eaux usées
- Ils sont mesurés en routine, par exemple dans le cadre de l'observation de longue durée de NAWA (NAWA TREND), et sont présentes dans le cours d'eau à des concentrations suffisamment élevées,
- Ils ne sont pas suffisamment éliminés dans le traitement biologique et
- Ils sont (très) facilement éliminés dans les étapes de traitement MP.

Comme toutes les substances indicatives sont mesurées depuis 2020 au plus tard dans le cadre de NAWA, ces 12 substances conviennent en principe. Pour neuf d'entre elles, les méthodes analytiques standard sont suffisamment sensibles pour les quantifier même en cas de dilution importante dans les eaux. S'y ajoutent deux autres substances NAWA qui, selon les évaluations de la plateforme *Techniques de traitement des micropolluants* du VSA et de [Götz 2010], remplissent les critères mentionnés.

Les MP appropriés sont donc :

- Neuf substances de référence : benzotriazole, candésartan, carbamazépine, diclofénac, hydrochlorothiazide, irbésartan, métaprolol, méthylbenzotriazol et venlafaxine.
- Deux substances NAWA : sotalol et sitagliptine.

En plus de ces 11 MP, d'autres substances répondant aux critères pourront être considérées à l'avenir.

Analyse des données

La réduction des charges peut être analysée de la manière suivante :



- La période de référence est une période de mesure de plusieurs années, avant que la première extension n'ait eu lieu dans le bassin versant du cours d'eau concerné. Dans le cas de stations de mesure comme l'Aar (Brugg), où la première étape MP en amont de la station de mesure a été mise en service avant le début des mesures, seul l'aménagement ultérieur d'autres STEP peut être contrôlé.
- Pour chacun des MP sélectionnés, on calcule la réduction du flux annuel avant aménagement par rapport au flux annuel après aménagement [réduction_du_flux_mesuré = (flux_annuel_avant_aménagement - flux_annuel_après_aménagement) / flux_annuel_avant_aménagement]. S'il existe des mesures sur plusieurs années, on utilise le flux annuel moyen de la catégorie correspondante (avant aménagement / après aménagement).
- La réduction de la charge mesurée est comparée à la réduction de la charge attendue afin d'évaluer l'effet de l'extension de la STEP. La réduction attendue de la charge peut par exemple être calculée à l'aide du modèle de flux de matières du VSA [Gulde 2024a, site web du modèle de flux de matières]. Celui-ci se base sur le nombre et la taille des STEP qui exploitent une étape de MP jusqu'à la date concernée et sur le taux d'élimination de la substance concernée dans les procédés utilisés.

D'autres aspects importants à prendre en compte pour l'interprétation de la réduction de chaque MP sont présentés dans l'Annexe F.

Actuellement, il n'est pas recommandé d'agrégier les différents MP, car leur réduction est influencée par les facteurs les plus divers, comme décrit ci-dessus. Ils doivent plutôt être considérés individuellement. Il conviendra d'examiner avec l'expérience si une agrégation est possible.

L'étude de la réduction de la charge due à l'extension de la STEP doit avoir lieu tous les cinq ans.

Fiche descriptive : Réduction de la charge de micropolluants (très) bien éliminés par l'étape MP

Mesures

Quoi : 11 MP et éventuellement d'autres

Quand : Mesures toute l'année

Où : Stations de mesure des cours d'eau échantillonnées proportionnellement au débit : Rhin (Weil), Aar (Brugg) et Rhône (Porte du Scex) et éventuellement d'autres.

Qui : OFEV – Section Qualité des eaux et Bases hydrologiques état des eaux, Canton de Bâle-Ville – Office de l'environnement et de l'énergie

Evaluation dans le cadre du contrôle des effets

Quoi : Réduction de la charge mesurée par rapport à la réduction de la charge attendue

Quand : Tous les 5 ans

Qui : OFEV – Section Qualité des eaux, VSA – Plateformes Techniques de traitement des micropolluants & Qualité des eaux



4.1.2 Autres micropolluants liés aux eaux usées

Dans cette évaluation, tous les MP liés aux eaux usées et mesurés dans le cours d'eau doivent être considérés. Elle inclut également les substances qui ne sont guère éliminées par les stations d'épuration. L'objectif est d'estimer les flux auxquels on peut encore s'attendre pour les différentes substances après l'extension de la STEP et pour quelles substances d'autres mesures, par exemple à la source, sont éventuellement nécessaires. Citons par exemple l'EDTA ou divers agents de contraste radiographiques, pour lesquels on s'attend, selon les premières estimations, à une faible réduction avec l'extension de la STEP.

Pour cette évaluation, les flux annuels de MP mesurés avant l'aménagement doivent être calculés avec leur élimination attendue par les étapes de MP. Pour cela, il faut cependant connaître la capacité des différents procédés de MP à éliminer ces substances. Ce sera le cas après la campagne de mesure à l'échelle nationale décrite au chapitre 3.4 pour certaines STEP dotées d'une étape MP [Gulde 2024c]. Au fur et à mesure que l'aménagement des STEP progresse, les prévisions de réduction de la charge ainsi calculées peuvent être comparées aux mesures réelles.

En résumé, les MP sont donc appropriés pour estimer la réduction de la charge si :

- Ils sont mesurés régulièrement dans les cours d'eau et à des concentrations suffisamment élevées,
- Leurs taux d'élimination à partir de l'épuration biologique et des différentes techniques d'élimination des MP sont connus, et
- Ils sont principalement déversés dans les eaux via les eaux usées.

Jusqu'à présent, seules les trois stations mentionnées sur le Rhin (Weil), l'Aar (Brugg) et le Rhône (Porte du Scex) ont fourni des mesures de MP appropriées. En effet, des centaines de MP liés aux eaux usées sont mesurés toute l'année dans ces stations, en plus de la sélection de substances de NAWA TREND.

Fiche descriptive : Réduction de la charge pour d'autres micropolluants présents dans les eaux

Mesures dans les cours d'eau

Quoi : Charges de MP dans les eaux de surface

Quand : Annuellement depuis le début des mesures

Où : Rhin (Weil), Aar (Brugg) et Rhône (Porte du Scex) et éventuellement autres

Qui : OFEV - Section Qualité des eaux et Bases hydrologiques état des eaux, Canton de Bâle-Ville - Office de l'environnement et de l'énergie

Évaluation dans le cadre du contrôle des effets

Quoi : Estimation de la réduction de la charge due à l'extension de la STEP et comparaison avec les données de mesure

Quand : 2027, puis tous les 10 ans

Qui : OFEV – Section Qualité des eaux, VSA – Plateformes Techniques de traitement des micropolluants & Qualité des eaux



4.2 Protection des ressources en eau potable

4.2.1 Eaux souterraines

80% de l'eau potable en Suisse provient des eaux souterraines. Le long des cours d'eau de moyenne et grande taille notamment, des quantités significatives d'eau superficielle s'infiltraent dans le sous-sol (filtration des berges) et y contribuent largement au renouvellement des ressources en eau souterraine. Toutefois, les eaux de surface peuvent également apporter des MP liées aux eaux usées dans les eaux souterraines. Les substances persistantes et mobiles qui ne sont pas retenues lors de la filtration sur les berges sont particulièrement importantes pour les eaux souterraines.

L'impact de l'extension des STEP sur la qualité des nappes phréatiques proches des rivières est enregistré dans le cadre de l'Observation nationale des eaux souterraines NAQUA (OFEV 2019). Le réseau de mesure de NAQUA comprend au total plus de 100 stations de mesure proches des rivières, alimentées par des infiltrations d'eau superficielle. Si les STEP situées dans le bassin versant de ces cours d'eau sont équipées d'une étape MP, cela améliore la qualité de l'eau des cours d'eau et donc celle des eaux souterraines.

Pour suivre l'effet de l'extension des STEP sur la qualité des eaux souterraines, seuls entrent en ligne de compte les MP liés aux eaux usées qui apparaissent dans les eaux souterraines en concentrations suffisamment élevées dans un grand nombre de stations de mesure NAQUA (OFEV 2024).

Les concentrations des différents MP dans les eaux souterraines diminueront de manière variable en raison de l'extension de la STEP, car ces MP sont plus ou moins facilement éliminés au niveau de la STEP selon le procédé utilisé [Götz 2010, CIPR 2010] :

- Élimination (très) facile ("substances de référence") : benzotriazole, candésartan, carbamazépine, hydrochlorothiazide
- Élimination partiellement (très) facile : acésulfame (ozone uniquement), lamotrigine (charbon actif uniquement), sulfamethoxazole (ozone uniquement)
- Mauvaise élimination : acide diatrizoïque

Les concentrations des MP qui sont (très) facilement éliminés avec l'étape de traitement des MP, indépendamment du procédé, devraient baisser le plus nettement dans les eaux souterraines de tout le pays. Les MP moins facilement ou mal éliminés indiquent en même temps si d'autres mesures sont éventuellement nécessaires pour réduire les émissions de ces MP.

La condition préalable à l'adéquation à long terme des MP pour le contrôle des effets est en outre que la consommation de ces MP, et donc leur apport dans les stations d'épuration, reste largement constante au fil des ans. Ceci est régulièrement vérifié à l'aide des concentrations dans les eaux usées non épurées, voir chapitre 3.

La rapidité et l'ampleur de la diminution des concentrations de ces substances dans les eaux souterraines aux différents points de mesure dépendent de ces éléments,



- La vitesse à laquelle les eaux souterraines se renouvellent
- Quelle est la proportion d'eau de surface dans les eaux souterraines,
- Quelle est la proportion d'eaux usées épurées dans les eaux superficielles et
- Combien de STEP seront équipées d'une étape MP dans le bassin versant des cours d'eau.

Par rapport aux cours d'eau, l'effet dans les eaux souterraines sera moins important et ne sera visible qu'avec un plus grand délai.

Afin de montrer l'impact de l'extension des STEP sur la qualité des eaux souterraines, l'OFEV développe un indicateur sur les substances présentes dans les eaux souterraines (analogue à l'indicateur Métabolites de PPh). Cet indicateur agrégera les données correspondantes des différentes stations de mesure et substances et montrera si, et dans quelle mesure, les concentrations de MP véhiculées par les eaux usées diminuent à long terme dans les eaux souterraines.

Fiche descriptive : Protection des ressources en eau potable - eaux souterraines

Mesures

Quoi : Carbamazépine¹, benzotriazole¹, sulfaméthoxazole², acésulfame³, candésartan⁴, hydrochlorothiazide⁴, lamotrigine⁴ ainsi que l'acide diatrizoïque⁵

Quand : Mesures effectuées depuis : 2013¹, 2014², 2015³, 2020⁴, 2021⁵

Où : Points de mesure NAQUA où l'eau des rivières s'infiltra dans les eaux souterraines

Qui : Observation nationale des eaux souterraines NAQUA (OFEV-Section *Bases hydrogéologiques*, cantons)

Evaluation dans le cadre du contrôle des effets

Quoi : Indicateur des substances véhiculées par les eaux usées dans les eaux souterraines, site internet de l'OFEV

Quand : A partir de 2025, mise à jour annuelle

Qui : OFEV – Section *Bases hydrogéologiques*

4.2.2 Lacs

Aucun contrôle d'impact spécifique n'est actuellement prévu pour vérifier les effets de l'extension des STEP dans les lacs. En effet, les concentrations de MP dans les lacs sont généralement très faibles [OFEV 2022]. C'est pourquoi il est difficile d'observer l'impact de l'extension des STEP directement dans les lacs. Dans ce contexte, un suivi spécifique des lacs au niveau national ne semble pas adéquat.

Il convient toutefois d'examiner la possibilité de rassembler et d'évaluer les données de mesure des MP disponibles dans les lacs. On pourrait examiner si les concentrations de MP dans les lacs évoluent au fil du temps en raison de l'extension des STEP. Seuls les MP issus des eaux usées qui sont stables dans les eaux devraient être considérés (par exemple, pas d'étude de substances telles que le diclofénac, qui sont photolytiquement instables).



Fiche descriptive : Protection des ressources en eau potable - lacs

Mesures

Quoi : Données MP provenant de lacs

Quand : A préciser, selon l'ensemble des données : 2016-2025

Où : A préciser

Qui : Cantons, commissions spécifiques

Evaluation dans le cadre du contrôle des effets

Quoi : Modification de la concentration de substances stables

Quand : Collecte des données de mesure existantes : 2025-2026 ; évaluation : 2026-2027

Où : Lacs pour lesquels des données sont disponibles et qui sont utilisés comme ressources en eau potable.

Qui : OFEV – Section Qualité des eaux, VSA – Plateforme Qualité des eaux

4.3 Protection des organismes aquatiques

Pour évaluer l'effet de l'extension de la STEP sur les organismes aquatiques, on peut considérer aussi bien la concentration de MP importants du point de vue écotoxicologique, voir chapitre 4.3.1, que l'état biologique des eaux, voir chapitre 4.3.2.

4.3.1 Risque écotoxicologique lié à la présence de MP dans les cours d'eau

Le risque que représentent les MP pour les organismes aquatiques est évalué sur la base de valeurs limites écotoxicologiques ou de critères de qualité. Si ces valeurs limites ou critères de qualité sont dépassés, un effet négatif sur les organismes aquatiques ne peut être exclu. Il existe des valeurs limites écotoxicologiques pour trois MP provenant principalement des eaux usées : l'azithromycine, la clarithromycine et le diclofénac. L'effet de l'extension de la STEP sur les organismes aquatiques peut être évalué sur la base de ces substances. D'autres MP issus des eaux usées seront intégrés dans l'analyse si une valeur limite est définie pour eux à l'avenir ou si un critère de qualité robuste est déduit par le Centre Ecotox.

Une évaluation de l'impact de l'extension de la STEP sur les organismes aquatiques peut être effectuée sur les cours d'eau, si :

- Elles contiennent des eaux usées épurées,
- Une STEP est en cours d'extension dans son bassin versant, et que
- Il existe des données de mesure de longue date avec des échantillons composites de 14 jours (calculés ou mesurés).

De telles mesures sont effectuées depuis 2018 sur les cours d'eau de toute la Suisse dans le cadre de l'Observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA) [Doppler 2020]. De plus, les cantons exploitent d'autres stations de mesure selon la même méthode [Wittmer 2024]. L'Annexe D dresse la liste de 19 stations de mesure qui remplissent actuellement les conditions susmentionnées.



L'effet devrait être évalué sur la base des paramètres suivants :

- **Le nombre total de dépassements** des valeurs limites écotoxicologiques dans tous les cours d'eau étudiés par an. Cette grandeur permet de suivre de manière agrégée l'évolution à l'échelle nationale au fil des ans.
- **L'indice de risque** basé sur les données de mesure doit être calculé pour chaque cours d'eau [Doppler 2024]. Cela permet d'évaluer l'amélioration au fil des ans pour chaque site de mesure. Pour le calcul, on détermine d'abord le quotient de risque pour chaque MP et chaque échantillon. Il s'agit du quotient de la concentration mesurée et de la valeur limite ou du critère de qualité correspondant. Si le quotient de risque est supérieur à 1, un risque pour les organismes aquatiques ne peut pas être exclu. La somme des quotients de risque est ensuite calculée pour chaque échantillon. La moyenne des sommes des quotients de risque d'une année donne l'indice de risque pour ce site de mesure.

Le contrôle de l'impact de l'extension de la STEP sur les organismes aquatiques à l'aide des MP liées aux eaux usées et pertinentes du point de vue écotoxicologique doit être effectué tous les cinq ans. Les analyses s'inspirent de l'étude de Gulde [2024b] sur les médicaments ainsi que du contrôle des effets du plan d'action sur les produits phytosanitaires [Doppler 2024].

Fiche descriptive : Protection des organismes aquatiques - Risque écotoxicologique lié aux micropolluants dans les cours d'eau

Mesures

Quoi : Trois médicaments réglementés par l'Oeaux et, le cas échéant, d'autres

Quand : Depuis 2018, toute l'année en échantillons mixtes bimensuels

Où : 19 cours d'eau (stations NAWA TREND MP et cantonales) et éventuellement d'autres

Qui : OFEV, cantons

Evaluation dans le cadre du contrôle des effets

Quoi : Nombre total de dépassements et ratio de risque par an

Quand : Tous les 5 ans

Qui : OFEV – Section Qualité des eaux, VSA – Plateformes Techniques de traitement des micropolluants & Qualité des eaux

4.3.2 État biologique

Il est difficile de démontrer un effet positif de l'extension de la STEP sur l'état biologique des eaux (plantes et animaux) avec les méthodes habituelles de surveillance des eaux (méthodes SMG). La raison est, d'une part, que les méthodes existantes ne réagissent pas spécifiquement à la pollution par les MP et, d'autre part, que l'état biologique est souvent influencé par d'autres facteurs, comme les apports diffus de pesticides ou le changement climatique. Différentes études montrent cependant ponctuellement les effets positifs d'une extension de la STEP sur l'écosystème aquatique [Ilg 2018].



Comme le recensement des impacts sur la faune et la flore nécessite d'une part des méthodes qui ne sont pas encore standardisées et que d'autre part tous les sites ne se prêtent pas à un recensement des impacts, les projets EcolImpact et EcolImpact 2.0 ont été lancés respectivement en 2013 et 2019. Une méthode prometteuse pour le recensement des impacts sur les animaux et les plantes semble actuellement être la mesure de l'expression génétique de marqueurs de défense contre le stress et les polluants dans les tissus de truites [Fischer 2019, Voinin 2023]. Un indice d'oligochètes [Vivien 2023] ainsi que d'autres tests écotoxicologiques [Kienle 2023] sont également à l'étude.

Jusqu'à présent, aucun test standardisé ne peut être recommandé au niveau national [VSA 2022]. Outre l'Eawag, d'autres instituts de recherche (Centre Ecotox, FHNW) mènent des études pour le compte des cantons afin de déterminer quels tests pourraient convenir à l'avenir pour la surveillance biologique. Jusqu'à présent, un test oestrogénique et un test d'inhibition de la photosynthèse ont été utilisés à plusieurs reprises. D'autres connaissances pourraient être acquises à l'avenir grâce à l'expression des gènes de gammarides indigènes.

Jusqu'à présent, il n'est pas possible de procéder à un examen uniforme des effets au niveau biologique à l'échelle nationale. Il est toutefois judicieux de coordonner les activités - entre autres celles des cantons - et de rassembler et documenter périodiquement leurs connaissances et expériences ainsi que les enseignements qu'ils tirent des relevés.

Fiche descriptive : Protection des organismes aquatiques - état biologique

Mesures

Quoi : Biotests écotoxicologiques et études *in situ*

Quand : Avant et après une extension. Après 2, 5 et 10 ans, selon l'indicateur.

Où : Cours d'eau : en amont et en aval des STEP qui mettent en service une étape MP

Qui : Cantons, Eawag, Centre Ecotox, FHNW, bureaux

Evaluation dans le cadre du contrôle des effets

Quoi : La plateforme Qualité des eaux du VSA rassemble les connaissances et les résultats des biotests et autres analyses et coordonne, dans la mesure du possible, les activités des cantons.

Quand : 2025 : Rassemblement des connaissances et des résultats des enquêtes, échange d'expériences ; à partir de 2026 : Si possible, développement d'un ensemble d'indicateurs

Qui : VSA – Plateforme Qualité des eaux

5. Publication des résultats

Les données nécessaires à l'évaluation des différents objectifs du contrôle des résultats seront pour la plupart disponibles d'ici 2026 environ (voir les fiches descriptives des chapitres concernés). Les plateformes du VSA et l'OFEV prévoient de publier les résultats dans un rapport de synthèse d'ici 2028. Néanmoins, certains résultats peuvent déjà être publiés à l'avance dans des rapports séparés.



6. Littérature

Office fédéral de l'environnement OFEV (2019) : Etat et évolution des eaux souterraines en Suisse. Résultats de l'Observation nationale des eaux souterraines NAQUA. Berne, Suisse. Etat de l'environnement n° 1901

Office fédéral de l'environnement OFEV (2022) : Les cours d'eau en Suisse, état et mesures. Office fédéral de l'environnement, Berne. Etat de l'environnement n° 2207 : 90p.

Office fédéral de l'environnement OFEV (2023) : Financement des eaux usées / Fonds pour les eaux usées

https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/massnahmen-zum-schutz-der-gewaesser/abwasserreinigung/abwasserfinanzierung_abwasserfonds.html

Office fédéral de l'environnement OFEV (2024) : Médicaments dans les eaux souterraines.

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/zustand-der-gewaesser/zustand-des-grundwassers/grundwasser-qualitaet/ärzneimittel-im-grundwasser.html>

Brander, A. et al. (2024) Exploiter les étages MP de manière stable : Paramètres de fonctionnement utiles. Aqua & Gas 1/2024 : 54-61.

Message LEaux (2013) Message relatif à la modification de la loi sur la protection des eaux - Financement équitable de l'élimination des composés traces dans les eaux usées, p. 5558 [FF 2013 5549 \(admin.ch\)](#)

Conseil fédéral (2017) - Mesures à la source pour réduire les micropolluants dans les eaux. Rapport du Conseil fédéral en réponse au postulat 12.2090 Hêche du 7 mars 2012

Doppler, T. et al. (2020) Micropolluants dans la surveillance des eaux. Aqua & Gas 7/8-2020:44-53.

Doppler, T. et al. (2024) Pesticides dans les ruisseaux et les rivières - Effet du plan d'action sur les produits phytosanitaires. Aqua & Gas 7+8/2024 : 63-69.

Fischer, M. et al (2019) Repeatability and reproducibility of the RTgill-W1 cell line assay for predicting fish acute toxicity. Toxicological Sciences 169(2), 353-364.

Gulde, R. et al. (2024a) Eliminer les dépassements des valeurs limites dans les cours d'eau avec l'extension des STEP - L'analyse des flux de substances identifie les STEP concernées, VSA.

Gulde, R. et al. (2024b) Médicaments dans les eaux - Mesures nécessaires dans d'autres STEP. Aqua & Gas 3/2024 : 36-42.

Gulde, R. et al. (2024c) Micropolluants dans les eaux usées urbaines - Objectifs et concept pour un screening des STEP. Présentation du 11.6.24.

Götz, C. et al. (2010) Micropolluants - Concept d'évaluation des composés traces issus des eaux usées urbaines. Dübendorf, Eawag.

CIPR (2010) Rapport d'évaluation sur les produits de contraste radiographiques. Rapport n° 187.

CIPR (2022) Réduction des micropolluants dans le bassin du Rhin - Suivi et système d'évaluation. Rapport n° 287.

Ilg, C. et al. (2018) Surveillance de l'impact de l'optimisation des stations d'épuration sur la faune et la flore des cours d'eau - état des connaissances

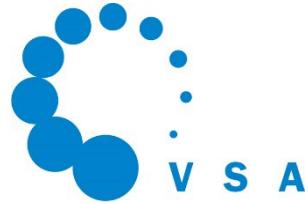
Kienle, C. et al. (2023) Évaluation de la qualité de l'eau au moyen d'une batterie de tests biologiques. Aqua & Gas 4:24-33

Site web du modèle de flux de matières <https://github.com/blosloos/SSM/wiki>



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

eawag
aquatic research ooo



Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC (2016) Ordonnance du DETEC sur le contrôle de l'effet épuratoire des mesures d'élimination des composés traces organiques dans les stations d'épuration des eaux usées du 3 novembre 2016 (RS 814.201.231).

Vivien, R. et al. (2023) OligoGen : Développement de méthodes oligochètes génétiques pour évaluer la qualité biologique des sédiments de cours d'eau.

Voisin, A.-S. et al. (2023) : Biomarqueurs moléculaires : Application pour la surveillance de la qualité de l'eau avec la truite de rivière. *Aqua & Gas* 4 : 42-48

VSA (2022) Elimination des micropolluants dans les STEP - Contrôle d'efficacité dans les eaux. Fiche d'information. VSA (ASSOCIATION SUISSE DES PROFESSIONNELS DE L'EAU). Glattbrugg.

Lab'Eaux, VSA (2024) Méthode d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Micropolluants organiques - exigences numériques annexe 2 OEaux. Recommandation intercantonale.

Wunderlin, P. et al. (2024) Éliminer les micropolluants des eaux usées domestiques : enseignements tirés de sept années de vérification de l'effet épurateur. *Aqua & Gas* 1/2024 : 46-53.



Annexe A

Micropolluants sélectionnés dans les différentes évaluations du contrôle des résultats

Différents MP sont considérés pour les différentes évaluations. Le tableau A.1 présente les MP sélectionnés pour chaque évaluation. Les critères de sélection sont décrits dans les sous-chapitres et résumés dans le tableau A.2. Le tableau montre également que certains MP, par exemple certaines substances de référence, sont utilisés pour plusieurs évaluations.

Tableau A.1 : Sélection des MP adaptés aux différentes évaluations du contrôle des résultats.

	Numéro de chapitre	3.3	3.4	4.1.1	4.1.2	4.2.1	4.2.1	4.3.1
	Chapitre	Vérification du taux d'épuration à l'aide de 12 substances de référence	Vérification de l'effet large bande des différents procédés MP	Réduction des charges - MP (très) facilement éliminés par l'étape MP	Réduction des charges - Autres MP liés aux eaux usées	Protection des ressources en eau potable - Eaux souterraines	Protection des ressources en eau potable - Lacs	Protection des organismes aquatique - Risque écotoxicologique
Très bonne Élimination	Amisulprid	x	x					
	Carbamazépine	x	x	x		x		
	Citalopram	x	x					
	Clarithromycine	x	x					x
	Diclofénac	x	x	x				x
	Hydrochlorothiazide	x	x	x		x		
	Métoprolol	x	x	x				
Bonne Élimina- tion	Venlafaxine	x	x	x				
	Benzotriazole	x	x	x		x		
	Candesartan	x	x	x		x		
	Irbesartan	x	x	x				
	Méthylbenzotriazole	x	x	x				
	Acésulfame		x		x	x		
	Acide diatrizoïque		x		x	x		
	Azithomycine		x		x			x
	Lamotrigine		x		x	x		
	Sitagliptine		x	x				
	Sotalol		x	x				
	Sulfaméthoxazole		x		x	x		
	Le cas échéant, quelques autres MP qui répondent aux critères	x		x			x	x
	Autres MP qui répondent aux critères		>500		>100			



Tableau A.2 : Critères de sélection des MP en fonction de l'évaluation du contrôle des résultats

Numéro de chapitre	3.3	3.4	4.1.1	4.1.2	4.2.1	4.2.1	4.3.1
	Vérification du taux d'épuration à l'aide de 12 substances de référence	Vérification de l'effet large bande des différents procédés MP	Réduction des charges - MP (très) facilement éliminés par l'étape MP	Réduction des charges - Autres MP liés aux eaux usées	Protection des ressources en eau potable - Eaux souterraines	Protection des ressources en eau potable - Lacs	Protection des organismes aquatiques - Risque écotoxicologique
Répandu dans toute la Suisse dans les eaux usées	x	(x)	x	(x)			
En continu dans les eaux usées	x		x				
Apports constants tout au long de l'année	(x)		x		x	x	
Apport dans les eaux principalement par les eaux usées	(x)	(x)	x	x	x	x	x
En concentrations suffisamment élevées	Dans les eaux usées	(x)	Dans les cours d'eau	Dans les cours d'eau	Dans les eaux souterraines	x	
Détecté dans les eaux usées		x		x			
Élimination dans l'épuration biologique ainsi que dans l'étape MP connue	x		x	x		x	
Élimination insuffisante dans l'étape de traitement biologique	x		x		(x)	x	
Élimination (très) facile dans l'étape MP	x		x			x	
Sont analysés à long terme	Dans les eaux usées		Dans les cours d'eau (p. ex. NAWA)	Dans les cours d'eau	Dans les eaux souterraines (NAQUA)	(Dans le lac)	Dans les cours d'eau (p. ex. NAWA)
Sont analysés ponctuellement		x				Dans le lac	
Valeur limite écotoxicologique ou critère de qualité robuste disponible		(x)		(x)		(x)	x
Pertinence écotoxicologique ou liée à l'exposition		(x)		(x)		(x)	

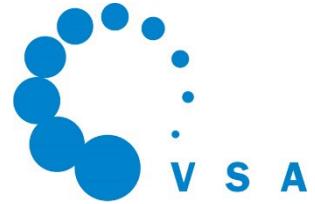
Légende

- x Le critère doit être impérativement rempli
- (x) Critère non obligatoire, mais privilégié la sélection
- Mentionné explicitement dans le chapitre
- Non explicitement cité, mais néanmoins valable



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

eawag
aquatic research ooo



Annexe B

Vérification de la plausibilité du respect du taux d'épuration tout au long de l'année à l'aide de paramètres de substitution

La STEP doit respecter le taux d'épuration de 80% exigé par la loi à tout moment et pas seulement au moment du prélèvement. Pour vérifier si les étapes MP ont été exploitées de manière à ce que le respect du taux d'épuration soit rempli tout au long de l'année, les autorités cantonales d'exécution et les exploitants de STEP utilisent des paramètres de substitution, comme :

- Nombre d'heures de fonctionnement des principaux agrégats (par ex. générateur d'ozone, dosage du charbon actif) et durée de fonctionnement des filtres pour les CAG
- Intervalles de remplacement du charbon actif dans les différentes cellules CAG
- Nombre et type de pannes survenues sur les principaux agrégats
- Consommation électrique de l'étage MP
- Consommation d'ozone et de charbon actif

Il est recommandé aux autorités d'exécution compétentes d'utiliser ces données d'exploitation - ou une sélection de celles-ci - en complément des substances de référence, afin de vérifier l'efficacité de l'épuration.

La plateforme *Technique de traitements des micropolluants* du VSA rassemble et évalue périodiquement (tous les cinq ans) les paramètres de substitution appropriés pour le contrôle de la plausibilité auprès des STEP et des cantons.



Annexe C

Liste de contrôle - Vérification de l'impact des différentes STEP

De nombreux exploitants et cantons envisagent de réaliser un contrôle des effets dans leurs STEP en plus du contrôle des effets national. Voici donc un résumé de quelques considérations qui peuvent être prises en compte dans ce cadre.

Charge polluante

L'examen des effets d'une extension de STEP devrait se baser dans un premier temps sur les réductions de la charge en substances. C'est à cela que servent en priorité les mesures obligatoires des substances de référence dans les eaux d'entrée et de sortie des STEP (voir chap. 3).

Si l'on prévoit d'effectuer des relevés chimiques dans le cours d'eau, il est important de veiller à ce que les échantillons soient prélevés pendant une période sèche. Dans la mesure du possible, il convient d'analyser des échantillons mixtes de 24 heures ou plus. Si l'on souhaite évaluer le dépassement des valeurs limites, il faut impérativement prélever au moins huit échantillons mixtes sur deux semaines (Wittmer et al. 2024). Les points de prélèvement devraient être situés le plus près possible de l'amont et de l'aval du rejet de la STEP, mais garantir déjà un mélange des eaux usées épurées avec l'eau de la rivière, par exemple aux points d'analyse biologique BO1 et BU1

Liste de contrôle pour la planification des analyses de substances dans les eaux :

- Effectuer des analyses avant et après l'extension de la STEP
- Pour vérifier les valeurs limites, il est impératif de prélever huit échantillons composites sur deux semaines. Si cela n'est pas possible, il faut alors prélever au moins 4 échantillons en période d'étiage.
- En plus des substances de référence, il convient d'analyser au moins les trois médicaments réglementés par l'Oeaux et éventuellement d'autres substances.

De tels examens n'ont de sens que si :

- Le rapport de dilution STEP/eaux superficielles n'est pas trop élevé
- La STEP considérée contribue de manière substantielle à la charge en MP dans le cours d'eau (Combien de STEP se trouvent dans le cours supérieur ?).

Effets biologiques

Une coordination officielle des contrôles d'efficacité biologique à l'échelle de la Suisse n'est actuellement pas prévue. Le présent concept doit constituer une base pour une procédure aussi uniforme que possible. Même pour les sites qui ne font pas partie d'EcoImpact 2.0.

On ne peut s'attendre à un signal dans les études biologiques que si les influences d'autres facteurs comme i) d'autres STEP dans le cours supérieur, ii) une grande dilution, ii) l'agriculture in-



tensive dans le bassin versant ne sont pas trop importantes. Les sites potentiels pour les relevés biologiques répondent donc, si possible, aux critères suivants (design tiré de l'étude EcolImpact - [lien](#)) :

- Part des eaux usées supérieure à 0
- Part d'eaux usées inférieure à > 20
- Part d'habitat dans la zone de chalandise < 20
- Part des cultures spéciales dans le bassin versant < 10% (cultures spéciales = fruits, légumes, vignes, baies, etc.)

Si la STEP ne remplit pas ces critères, il peut ne pas être utile de réaliser des relevés biologiques coûteux.

Le contrôle des effets biologiques représente un défi, comme décrit au chapitre 4.3.2 . Différentes réflexions à ce sujet sont résumées ci-dessous :

- Dans la mesure du possible, le contrôle des effets devrait être effectué avant et après la mesure. Sinon, il est difficile de tirer des conclusions sur les effets possibles.
- Les contrôles d'efficacité devraient être **planifiés au début** ou, mieux encore, en même temps que **la mesure**.
- Les contrôles d'efficacité biologiques sont limités sur les sites où **d'autres causes** polluent la biologie. D'autres causes de pollution peuvent être : d'autres STEP dans le bassin versant, des zones agricoles intensivement exploitées.
- De même, les conclusions peuvent être limitées lorsque **plusieurs mesures** sont prises **simultanément**, que ce soit i) sur la STEP elle-même (p. ex. niveau de dénitrification supplémentaire), ii) sur le site étudié dans le cours d'eau (p. ex. renaturation) ou iii) dans le bassin versant (p. ex. mesures de réduction des pesticides dans l'agriculture).
- Les déclarations sont également limitées lorsque le flux d'eaux usées augmente de manière significative en raison d'**une fusion**.
- Les **méthodes** traditionnelles sont souvent trop peu pertinentes pour évaluer l'influence des micropolluants (l'IBCH ou l'indice des diatomées ne conviennent pas, par exemple).

Sélection des sites de mesure

Pour la conception de l'étude, une procédure s'inspirant du design BACI (Before-After-Control-Impact) s'est avérée efficace (design tiré de l'étude EcolImpact - [lien](#)). La Figure C donne un aperçu de la procédure. Trois sites d'étude biologiques sont proposés dans le cours d'eau, deux en amont (B01, B02) et un en aval de la STEP (BU1). Les deux sites en amont de la STEP servent de contrôle pour la variation naturelle.

Lors de la sélection des postes, il faut veiller à ce que :

- Les sites de mesure sont morphologiquement similaires.
- Si possible, il n'y a pas d'autres sources entre B01 et BU1. D'autres sources peuvent être par exemple des tuyaux de drainage agricoles ou des déversoirs d'eaux mixtes. Mais



en règle générale, les STEP ont leurs propres déversoirs d'eaux mixtes, cette influence ne peut donc souvent pas être totalement exclue.

- A l'endroit en aval (BU), il y a un mélange complet du cours d'eau et du rejet.

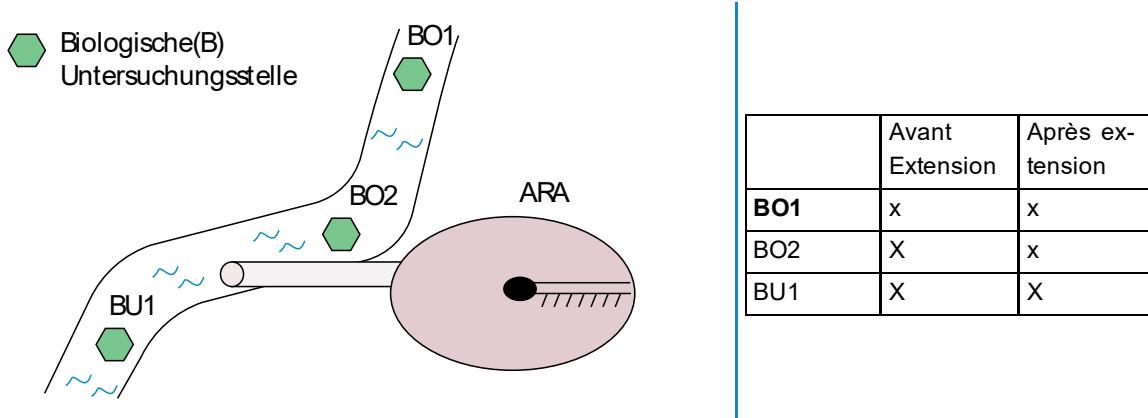


Figure C: Conception de l'étude pour les analyses biologiques visant à contrôler l'impact de l'extension d'une STEP.

Moment de l'analyse

Les trois points de prélèvement devraient être analysés au moins une fois 1 an avant et 2 ans après l'extension de la STEP. On ne sait pas encore si certains changements n'apparaissent qu'au bout de quelques années et s'il est donc judicieux de procéder à une nouvelle analyse après 5 ou 10 ans.

Comme mentionné plus haut, chaque STEP dispose en général d'un déversoir d'eaux mixtes, il est donc avantageux d'effectuer le prélèvement pendant une période sèche. Un prélèvement d'échantillons pendant une période sèche permet en outre de limiter l'influence des apports agricoles [Götz 2010].



Annexe D

Stations de mesure des cours d'eau avec STEP dans le bassin versant

Tableau D : Détails de 19 stations de mesure de cours d'eau avec STEP dans le bassin versant

Nom du cours d'eau	Nom de la station de mesure	Source	Part des eaux usées pour Q347	Avant l'extension de la STEP	2040, après extension de la STEP ²
Aar	Brugg	NAWA	8%	3%	
Aubonne	Allaman, Le Coulet	Canton de Vaud	14%	2%	
Birs	Birskopf	NAWA	10-20%	5-10%	
Boiron de Morges	Lac	NAWA	10-20%	Environ 10%	
Broye	Domdidier	Canton de Vaud	10-20%	1-5%	
Furtbach	Après la STEP d'Otelfingen	NAWA	80%	16%	
Glatt (Thur)	Niederuzwil, Buechental	Ct SG	20-50%	0%	
Glatt (Zurich)	Rheinsfelden	NAWA	61%	11%	
Fossé de terre	Trasadingen	NAWA	50-100%	0%	
L'Aa de Mönchaltorf	Mönchaltorf	NAWA	96%	0%	
Rhin	RÜS, Weil am Rhein	NAWA	7.2%	3%	
Canal intérieur du Rheintal	St. Margrethen	Ct SG	9%	6%	
Rhône	Porte du Scex	NAWA	2%	1%	
Thièle	Yverdon, Les Parties	Ct.VD	1-5%	1-5%	
Thur (Andelfingen)	Andelfingen, pont	NAWA	20%	9%	
Thur (Niederbüren)	Niederbüren, terrain de golf	Ct. SG	10-20%		
Urtenen	Kernenried	NAWA	54%	0%	
Vedeggio	Agno, Muzzano	NAWA	62%	0%	
Venoge	Ecublens, Les Bois	NAWA	28%	10%	

Les mesures de ces stations de mesure de cours d'eau ont été évaluées par [Gulde 2024b].

² Il s'agit de la proportion d'eaux usées non épurées en ce qui concerne les composés traces organiques



Annexe E

Aptitude des stations de mesure NAWA-FRACHT à servir de sites supplémentaires pour l'étude de la réduction des charges

Comme décrit dans le texte principal, trois stations suisses de mesure des eaux - le Rhin (Weil), l'Aar (Brugg) et le Rhône (Porte du Scex) - se prêtent actuellement à l'étude de la réduction de la charge due à l'extension des STEP. En effet, les micropolluants sont mesurés dans des échantillons mixtes bimensuels proportionnels au débit, pour l'Aar et le Rhône, ou au moins dans des échantillons quotidiens proportionnels au temps, pour le Rhin. Cette sélection de stations de mesure présente toutefois des points faibles. Les stations du Rhin (Weil am Rhein) et de l'Aar (Brugg) ont de grands bassins versants (BV) avec respectivement environ 440 et 180 STEP suisses. La réduction de la charge n'est ici visible que lorsque plusieurs STEP ont été aménagées dans le BV et qu'elles traitent ensemble une part significative des eaux usées qui arrivent au cours d'eau. Comme ces deux cours d'eau ont également de grands lacs dans leurs BV, l'effet de l'extension des STEP en amont des lacs est soit mesurable avec un retard correspondant au temps de séjour respectif de l'eau dans le lac, soit pas du tout mesurable pour les MP qui se dégradent avec le temps dans le cours d'eau. Le Rhin contient en outre des eaux usées épurées en provenance d'Allemagne et d'Autriche. Ceci rend difficile l'attribution des effets observés aux mesures suisses. Il serait donc souhaitable de disposer de stations de mesure supplémentaires proportionnelles au débit sur les cours d'eau ne comportant pas de lacs dans leur bassin versant.

En principe, les stations de mesure NAWA-FRACHT sont adaptées à cet effet, car elles effectuent un prélèvement proportionnel au débit pour la mesure des nutriments. Le tableau E ci-dessous montre quelles stations de mesure NAWA-FRACHT sont également adaptées à l'étude de la réduction de la charge en MP due à l'extension de la STEP.

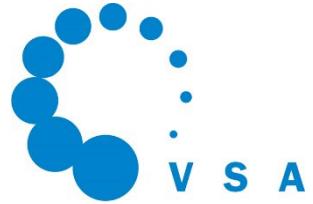
Thur (Andelfingen) est adaptée : La Thur près d'Andelfingen transporte les eaux usées épurées de près de 400'000 personnes. Contrairement aux stations NAWA-FRACHT-MP existantes sur l'Aar (Brugg) et le Rhin (Weil), elle présente l'avantage d'avoir un bassin versant gérable, mais pas très petit non plus, et de ne pas contenir de lacs. De plus, une fois l'extension terminée, plus de la moitié des eaux usées épurées dans la Thur (Andelfingen) seront traitées par des étapes MP. Certes, quatre STEP avec étape MP sont déjà en service, mais les aménagements restants traiteront encore plus d'un tiers du volume total d'eaux usées qui se déversent dans la Thur à Andelfingen. De plus, les installations ne seront pas mises en service rapidement, ce qui permettra de collecter suffisamment de données de mesure avant les aménagements restants et d'observer l'effet des aménagements.

Murg (Frauenfeld) est appropriée, mais a un petit bassin versant : la Murg transporte les eaux usées d'un peu plus de 50'000 personnes, qui sont traitées par trois STEP. Le bassin versant est donc plutôt petit. Comme pour la Thur, il n'y a pas de lacs dans le bassin versant de la Murg. Deux des trois STEP du bassin versant ont été sélectionnées pour l'extension de la STEP, la



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

eawag
aquatic research ooo



STEP d'Aardorf exploitant déjà une ozonation. L'étape MP prévue de la STEP de Münchwilen traitera cependant encore plus de 40% du volume total d'eaux usées déversées dans la Murg près de Frauenfeld. L'effet de l'extension de la STEP de Münchwilen pourrait donc également être observé à cette station de mesure.

Aare (Hagneck) est partiellement appropriée, car les deux lacs de retenue de Schiffenen et de Wohlen se trouvent dans le bassin versant : S'il ne s'agissait que des deux grands lacs, le lac de Brienz et le lac de Thoune, cette station de mesure serait appropriée malgré ceux-ci, car seuls 20% des eaux usées passent par les deux grands lacs et toutes les étapes MP prévues se trouvent en aval du lac de Brienz et du lac de Thoune. Cependant, les lacs de Schiffenen et de Wohlen se trouvent encore avant la station de mesure. Ceux-ci sont certes beaucoup plus petits, mais on ne sait pas exactement dans quelle mesure les processus au sein des lacs ont un impact sur les micropolluants. Huit des neuf étapes MP prévues se trouvent en amont de ces deux lacs de retenue. Mis à part cela, l'Aar à Hagneck se prêterait bien à l'étude de la réduction de la charge. Car jusqu'à présent, seul une des neuf étapes MP prévues est en service. Les huit aménagements restants traiteront encore plus des trois quarts du volume d'eau total qui sera déversé dans l'Aar avant Hagneck.

Tableau E : Aptitude des stations de mesure NAWA-FRACHT pour l'étude de la réduction des charges en MP

Station de mesure	Période	Me-sures NAWA TREND	Mesures des nutriments	Ech. MP proportionnel à	Débit (m ³ /s)	Part des eaux usées en période d'étiage (%)	Aptitude à évaluer la réduction des charges	Justification
Thur - Andelfingen	Indéterminée	X	X	Temps	47	23	Oui	Voir texte Annexe E
Murg - Frauenfeld	2023-20XX	X	X		4.1	38	Oui	Voir texte Annexe E
Aar - Hagneck	Indéterminée	X	X		177	5	Peut-être	Voir texte Annexe E
Reuss - Mellingen	2024-20XX	X	X		140	8	Non	Une quantité importante d'eaux usées passe par le lac
Glatt - Rheinsfelden	Indéterminée	X	X	Temps	8.2	46	Non	Une quantité importante d'eaux usées passe par le lac
Rhin - Rekingen	Indéterminée	X	X		443	4	Non	Une quantité importante d'eaux usées passe par le lac et provient de l'étranger.
Rhône - Chancy	Indéterminée	X	X		342	5	Non	Une quantité importante d'eaux usées passe par le lac et provient de l'étranger.
Rhin - Diepoldsau	Indéterminée	X	X		233	3	Non	La proportion d'eaux usées qui passera par une étape MP est faible, et une quantité importante d'eaux usées provient de l'étranger.
Doubs Ocourt	2024-20XX		X		?	5	Non	Suspicion d'infiltration des eaux usées traitées
Ticino - Riazzino	2022-20XX	X	X		73	1	Non	Pas de STEP avec étape MP prévu dans le BV
Inn - S-chanf	Indéterminée	X	X		21	3	Non	Pas de STEP avec étape MP prévu dans le BV
Petite Emme - Littau	2024-20XX	X	X		15	6	Non	Pas de STEP avec étape MP prévu dans le BV
Sitter - Appenzell	2023-20XX	X	X		3.7	0	Non	Pas de STEP dans le BV
Lümpenbach - Alphal	Indéterminée		X		0.06	0	Non	Pas de STEP dans le BV
Erlenbach - Alphal	Indéterminée		X		0.06	0	Non	Pas de STEP dans le BV



Annexe F

Détails lors de l'évaluation des différentes mesures

Détails sur la détermination du taux d'épuration

Référence au chapitre 3.3: *Vérification du taux d'épuration à l'aide de 12 substances*

Nombre de prélèvements pour mesurer le taux d'épuration : Au cours de la première année suivant la mise en service, les STEP > 2'000 équivalents-habitants (EH) sont échantillonnées au moins quatre fois par an, les installations > 10'000 EH au moins six fois par an et les installations > 50'000 EH au moins 12 fois par an.

Lors du calcul du taux d'épuration, les cantons disposent d'une certaine flexibilité dans le choix de la substance, car celle-ci doit être présente en concentration suffisamment élevée. Cela signifie que la concentration à l'entrée de la STEP doit être au moins dix fois supérieure à la limite de détermination de la substance à la sortie de la STEP. Dans ce cas, le calcul d'une élimination de 90% est assuré. Si moins de six substances sont présentes dans une concentration suffisante, les cantons peuvent, en accord avec l'OFEV, déterminer des substances de substitution.

Lors du calcul des charges, il faut tenir compte de certains éléments

Selon le chapitre 4.1.1 : Réduction de la charge des Micropolluants (très) facilement éliminés par :

Pour l'évaluation, la réduction du flux annuel avant aménagement doit être comparée à celle après aménagement pour chaque MP [réduction_du_flux_mesuré = (flux_annuel_avant_aménagement - flux_annuel_après_aménagement) / flux_annuel_avant_aménagement]. Dans le cadre de cette évaluation, il convient de vérifier si la méthode de la CIPR³, recommandée par le programme Trendanalist [CIPR 2022], est appropriée.

Pour l'interprétation des charges, il faut prendre en compte les éléments suivants :

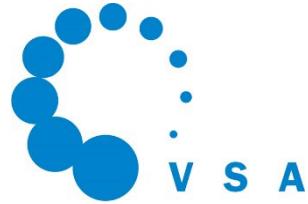
- Si l'apport de chaque MP est resté constant. Cela peut être vérifié par exemple par les mesures effectuées à l'entrée de la STEP ou par les chiffres de vente.
- Si le MP en question est dégradé dans le milieu aquatique. Cela concerne par exemple le diclofénac, qui est dégradé par la lumière du soleil en été. Dans les lacs en particulier, cette dégradation est presque totale. Comme les stations de mesure mentionnées se trouvent en aval des lacs, de telles substances ne permettent de contrôler que l'effet

³CIPR : Commission Internationale pour la Protection du Rhin



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

eawag
aquatic research ooo



des niveaux de MP en aval des lacs [Gulde 2024b]. L'hydrochlorothiazide, la venlafaxine, le métaprolol, la sitagliptine et le sotalol pourraient également être concernés⁴.

- Que l'extension des STEP en amont des lacs a un effet retardé sur les données des stations de mesure en aval des lacs dû au temps de séjour hydraulique dans les lacs. Cela concerne surtout les substances qui ne sont pas dégradées de manière significative dans les lacs.

Un ensemble de données homogène est nécessaire pour le calcul d'indicateurs

Lors du calcul des indicateurs, il faut tenir compte du fait qu'un ensemble de données homogène doit être utilisé [Doppler 2024]. Cela signifie que les mêmes sites, la même période de l'année et les mêmes substances doivent être considérés. De plus, les données par MP doivent être basées sur des mesures avec les mêmes limites de quantification analytiques.

⁴ L'évolution saisonnière des flux sur l'Aar et le Rhin donne des indications à ce sujet. Pendant les mois d'été, le flux y est plus faible qu'en hiver, bien que cela ne soit pas le cas dans les stations d'épuration. Cela suggère que ces micropolluants sont dégradés par photolyse, comme le diclofénac. Il convient de vérifier si ces substances sont également presque entièrement dégradées dans les lacs.