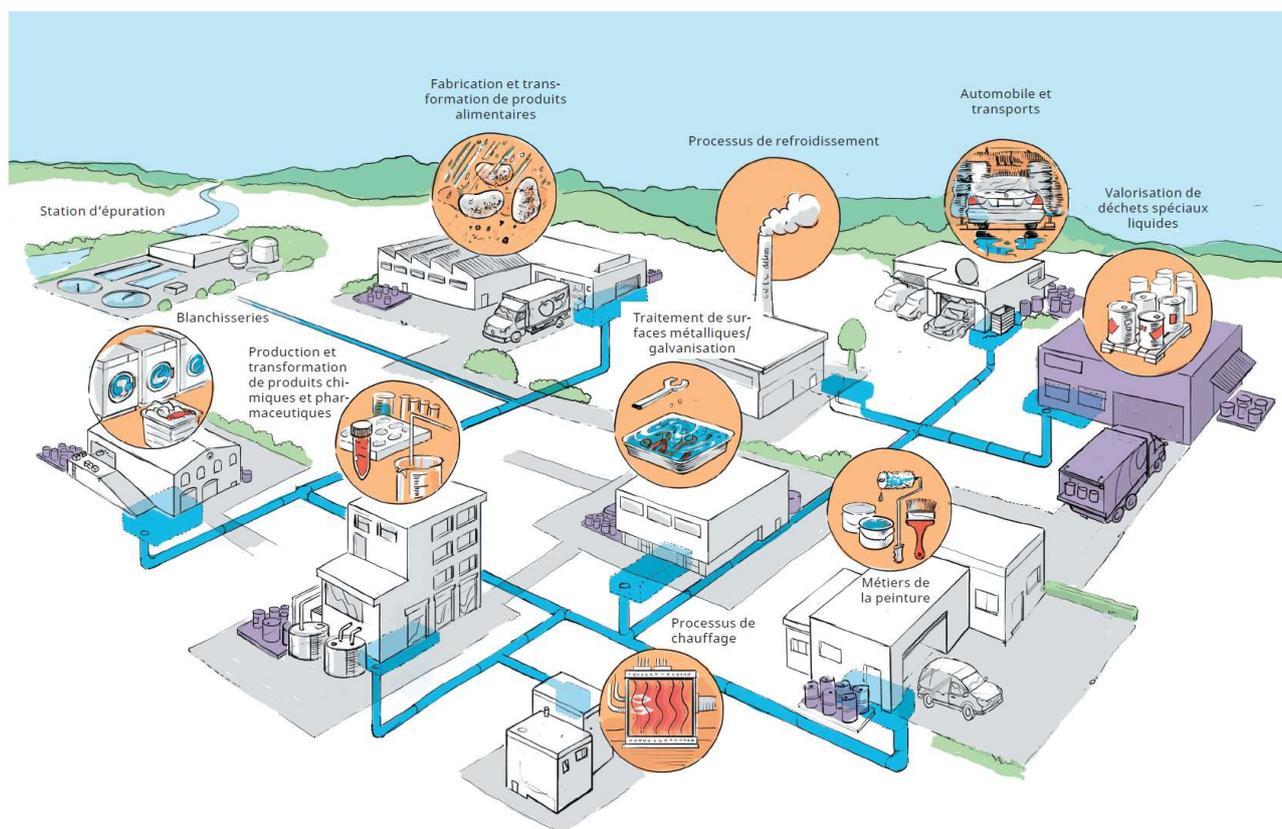


APPORTS DE SUBSTANCES ISSUES DE L'INDUSTRIE ET DE L'ARTISANAT DANS LES EAUX

Analyse de situation



Mise à jour : 7 mars 2022

Mentions légales

La présente publication a été rédigée avec la plus grande minutie et en toute bonne foi. Cependant, le VSA ne peut donner aucune garantie quant à la pertinence, l'exhaustivité et l'actualité des données. Nous déclinons toute responsabilité en cas de dommages matériels ou immatériels ayant pu apparaître en utilisant cette publication.

Auteur et autrice

Pascal Wunderlin, Plateforme VSA « Techniques de traitement des micropolluants », Glattbrugg
Rebekka Gulde, Plateforme VSA « Techniques de traitement des micropolluants », Glattbrugg

Direction de projet

Michael Schärer, OFEV, Berne
Markus Sommer, AUE, Bâle
Christian Götz, AWEL, Zurich
Patrick Locher, AWA, Berne
Saskia Zimmermann-Steffens, OFEV, Berne
Pascal Wunderlin, Plateforme VSA « Techniques de traitement des micropolluants », Glattbrugg

Groupe de suivi

Cédric Arnold, Syngenta, Monthey (anciennement scienceindustries, Zurich)
Ernst Butscher, anciennement uwe, Lucerne
Florence Dapples / Jean-Pierre Meusy, DGE, Lausanne
Christian Götz, AWEL, Zurich
Régis Kottelat, ESCO conseil, Yverdon-les-Bains
Linda Kren, scienceindustries, Zurich
Sébastien Lehmann, OFEC, Berne
Patrick Locher, AWA, Berne
Daniel Obrist, Service de l'environnement, Sion
Matthias Ruff, OED, Berne
Christine Roth, Swissmem, Zurich
Michael Schärer, OFEV, Berne
Heinz Singer, Eawag, Dübendorf
Markus Sommer, AUE, Bâle
Dominic Uttinger, BUD, Liestal
Thomas von Kürten, AFRY Schweiz AG, Zurich
Thomas Wintgens, RWTH, Aix-la-Chapelle (anciennement FHNW, Muttenz)
Elmar Zwicker, anciennement OEE, Saint-Gall

Rédaction

Peter Dell'Ava, anciennement AWEL, Zurich
Andreas Häner, F. Hoffmann-La Roche AG, Bâle
Daniel Obrist, Service de l'environnement, Sion
Saskia Zimmermann-Steffens, OFEV, Berne

Remerciements

Un grand merci à toutes les personnes qui - d'une manière ou d'une autre - ont contribué à la réalisation de cette analyse de situation. Un grand merci en particulier aux organes d'exécution des cantons, à la station de surveillance du Rhin vers Bâle (Steffen Ruppe en particulier), Michèle Heeb, Ann-Kathrin Ostermeyer, Judith Riedo, Anne Dax, Katja Mettler (toutes au VSA auparavant), Fabienne Eugster (VSA), Andreas Buser, Urs von Arx, Urs Helg und Luc Hächler (tous de l'OFEV) pour leur précieuse contribution à ce rapport.

Édition

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

Image de titre, illustrations

Zeichenfabrik, Roland Ryser, Zurich (www.zeichenfabrik.ch) / Kuno Strassmann, Zurich (www.kun-st.ch)

Source de référence

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

Citation

Wunderlin, P., Gulde, R. (2022). Analyse de situation « Apports de substances issues de l'industrie et de l'artisanat dans les eaux ». Association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA), Glattbrugg.

SOMMAIRE

RÉSUMÉ

6

1 Introduction

8

1.1 Contexte

8

1.2 Objectif et démarche

10

1.3 Organisation du projet

11

1.4 Limites du projet et terminologie

11

2 Bases juridiques et leur application

13

2.1 Dispositions générales de la législation sur la protection des eaux

13

2.2 Les autorités compétentes autorisent le déversement d'eaux usées polluées et surveillent la mise en œuvre des mesures entrepreneuriales

13

2.3 Exigences générales et particulières selon l'annexe 3.2 OEaux limitées à quelques paramètres et substances isolées

14

2.4 Prendre davantage en compte les micropolluants

15

2.5 Le défi de l'état de la technique

16

2.6 Rôle de la réglementation des substances chimiques

16

3 Contamination des eaux par les micropolluants issus de l'industrie et de l'artisanat

18

3.1 Analyses dans les eaux usées

18

3.1.1 Connaissances élevées pour les paramètres avec des exigences générales et particulières

18

3.1.2 Exemples de micropolluants dans des eaux usées industrielles épurées

19

3.2 Exemples de micropolluants issus d'entreprises dans les milieux aquatiques

25

3.2.1 Le Rhin près de Bâle

27

3.2.2 Le Rhône près de la Porte-du-Scex

31

3.3 Autres eaux de surface

33

3.4 Eaux souterraines

34

3.5 Classement des résultats d'analyses des substances

34

4 Secteurs et processus priorités

36

4.1 Des milliers d'entreprises produisant des eaux usées

36

4.2 Secteurs d'activités et processus priorités

37

4.3 Grande diversité de produits et maigres connaissances des composants spécifiques

38

4.4	Mesures d'exploitation visant les paramètres « classiques » et micropolluants insuffisamment pris en compte	39
4.5	Regard approfondi sur les secteurs d'activités et processus pertinents pour les eaux usées	42
4.5.1	Secteurs d'activités et processus pertinents à l'échelle nationale	42
4.5.2	Secteurs d'activités et processus pertinents à l'échelle locale	47
4.5.3	Autres secteurs d'activités et processus avec des substances dans les eaux usées d'exploitation	48
5	Conclusions	49
6	Perspectives	50
7	Annexe	51
A1.	Offres de formation continue et de perfectionnement disponibles dans le domaine de la protection des eaux industrielles	51
A2.	Documents cantonaux portant sur les différents secteurs	53
A3.	Impacts sur les STEP	58
A4.	Résultats des analyses de substances en sortie de STEP	64
A5.	Signalements de rejets industriels par la station de surveillance du Rhin Weil am Rhein (RÜS) 2013-2020	67
A6.	Fiches descriptives des secteurs et processus pertinents à l'échelle nationale	88
A7.	Aperçu des substances utilisées dans les entreprises	108

RÉSUMÉ

La pollution des eaux par des substances nocives issues de l'industrie et de l'artisanat a largement diminué ces dernières années

Presque toutes les entreprises sont désormais raccordées à une station d'épuration (STEP) centrale et traitent en plus, dans de nombreux cas, leurs eaux usées avant leur déversement dans les égouts. Cela permet d'extraire les substances nocives comme les métaux lourds et les restes d'huile et de graisse des eaux usées avant même qu'elles ne quittent l'entreprise. De plus, de nombreuses entreprises ont optimisé leurs processus de production, ainsi que leurs processus de lavage et de nettoyage très gourmands en eau, afin de générer aussi peu d'eaux usées que possible. D'après la législation sur la protection des eaux, les entreprises sont tenues de mettre en place les mesures habituellement prises selon l'état de la technique dès lors que cela est possible sur le plan technique, tout en restant économiquement supportable. Les exigences générales existantes et les exigences particulières fixées pour le déversement des eaux usées industrielles selon l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) sont respectées en règle générale.

Des micropolluants sont rejetés dans les milieux aquatiques avec les eaux usées industrielles épurées – une vue d'ensemble au niveau suisse manque

Comme les eaux usées prétraitées sont encore déversées dans des STEP communales ou propres à l'entreprise, les substances nocives sont encore plus éliminées, dans la mesure où les eaux usées ne sont pas déversées directement dans les eaux par les déversoirs d'orage. Malgré les importants progrès techniques réalisés, des micropolluants¹ (substances de base, produits intermédiaires, dérivés et produits de transformation, substances actives ou solvants) aboutissent dans les milieux aquatiques avec les eaux usées épurées. C'est ce que montrent différentes analyses de composés en Suisse. Il a été prouvé par exemple qu'une seule entreprise déversait quasiment une tonne de substances en quelques jours seulement. Les résultats concernent également des substances ayant des effets sur l'écologie aquatique ou difficilement dégradables et très solubles dans l'eau qui peuvent s'introduire dans les ressources d'eau potable. Ces exemples montrent qu'il y a une nécessité d'agir de manière ponctuelle dans les entreprises. Une estimation du risque d'apports de substances de l'industrie et de l'artisanat au niveau suisse n'est toutefois pas possible avec les données actuelles.

Identification des branches d'activités et processus pertinents

Les entreprises dont les rejets de substances sont connus appartiennent souvent au secteur de l'industrie chimique et pharmaceutique du fait qu'une surveillance correspondante a lieu chez certaines d'entre elles. Dans les autres secteurs d'activités pertinents pour les eaux usées en Suisse, de tels rapports manquent à défaut de recensements systématiques de rejets de substances. D'après les estimations d'expertes et d'experts, les secteurs d'activités et processus suivants sont néanmoins à prioriser pour les apports de micropolluants dans les eaux (par ordre croissant selon le nombre d'entreprises en Suisse) :

- traitement physico-chimique des déchets spéciaux liquides,
- industrie chimique et pharmaceutique (synthèse et transformation),
- traitement de surfaces métalliques / galvanisation,
- fabrication et transformation de produits alimentaires.

Parmi ceux-ci se trouvent quelques émetteurs directs significatifs, issus surtout de l'industrie chimique et pharmaceutique. Les autres secteurs d'activités priorisés sont :

- blanchisseries,
- métiers de la peinture,

¹ Le rapport se focalise sur les pollutions aquatiques dues à des substances organo-synthétiques provenant de l'industrie et de l'artisanat, c'est-à-dire des substances organiques que les entreprises produisent, traitent, emploient ou éliminent. Celles-ci peuvent survenir dans les milieux aquatiques, en général dans de faibles concentrations (du µg/L au ng/L), en étant déversées avec les eaux usées des entreprises épurées par la STEP ou lors de déchargement de canalisations s'il pleut fortement. Ces substances sont appelées « micropolluants » ou « composés organiques traces ». Le terme de micropolluants est utilisé dans ce rapport.

- automobile et transports.

Les processus de refroidissement et de chauffage, employés dans tous les secteurs d'activités, produisent également des eaux usées. Ces dernières peuvent contenir différents adjuvants. Pour certaines activités peu exercées en Suisse (par exemple le finissage de textiles), un apport de substances dans les milieux aquatiques n'est pas non plus exclu.

De nos jours, l'application du droit fonctionne bien pour les substances réglementées numériquement - les micropolluants sont un défi pour celui-ci

L'application du droit fonctionne bien pour les substances connues et les paramètres avec des prescriptions claires, comme les exigences générales et particulières réglementées à l'annexe 3.2 de l'OEaux par exemple. Néanmoins, il n'existe pas de valeurs de déversement pour les micropolluants provenant de l'industrie et artisanat dans l'OEaux, la limite est fixée au cas par cas. L'analyse de situation montre toutefois clairement que les entreprises elles-mêmes, ainsi que les autorités, sont souvent limitées dans le recensement et l'évaluation des micropolluants contenues dans les eaux usées industrielles.

Élaborer une meilleure compréhension des apports de substances des branches priorisées et aider les autorités et entreprises à gérer les micropolluants

Le but doit ainsi être d'améliorer cette situation dans les prochaines années. Il faut particulièrement : (i) élaborer une vue d'ensemble sur les micropolluants pertinents pour les eaux usées des branches d'activités et processus priorisés et la mettre dans le contexte de l'état de la technique, (ii) développer des outils d'aide à la gestion des micropolluants pour les autorités et entreprises afin de les soutenir pour l'identification, l'appréciation et la définition de mesures et (iii) faire connaître le savoir acquis parmi les acteurs et évaluer constamment le besoin d'agir qui en résulte.

1 INTRODUCTION

En bref

- Grâce à la mise en œuvre de mesures les plus diverses, **la pollution des eaux par des substances nocives issues de l'industrie et de l'artisanat a largement diminué ces dernières années**. Parmi ces mesures figurent le raccordement des entreprises aux STEP et l'optimisation continue de celles-ci, le prétraitement ciblé des eaux usées industrielles avant leur déversement dans les égouts publics ou dans la STEP de l'entreprise, l'évolution de l'état de la technique, l'optimisation des processus de production, la collaboration intercantonale ainsi que des campagnes de mesure pour relever les pollutions des milieux aquatiques.
- **Des micropolluants provenant de sources les plus diverses sont un défi pour la protection des eaux** : il n'existe aucun aperçu de l'apport de l'industrie et de l'artisanat au niveau suisse. Selon le Conseil fédéral, il faut améliorer cet état des connaissances et examiner, sur cette base, la prise éventuelle de mesures supplémentaires.
- **Une analyse de situation nécessaire pour évaluer la situation actuelle et définir les sujets clés des prochaines années**: La présente analyse de situation relative aux « apports de substances issues de l'industrie et de l'artisanat dans les eaux » a été élaborée par le VSA en étroite collaboration avec l'OFEV et avec la contribution d'expertes et experts.

1.1 Contexte

Jusqu'à dans les années 1950, les exploitations industrielles et artisanales déversaient majoritairement leurs eaux usées dans les milieux aquatiques sans épuration préalable. Avec d'autres apports (p.ex. des nutriments issus des eaux usées communales), cette situation engendrait un état des eaux déplorable : p.ex. de véritables tapis d'algues se formaient dans les lacs, les poissons mourraient par manque d'oxygène, la baignade était interdite dans certains fleuves et lacs pour des raisons sanitaires².

Depuis les années 1960, différentes mesures ont permis de réduire la contamination des eaux par des substances nocives issues de l'industrie et de l'artisanat. Les entreprises (et ménages) ont été de plus en plus raccordés aux stations d'épuration (STEP)³. De plus, des prescriptions légales plus sévères (p. ex. l'ordonnance de 1975 sur les rejets d'eaux usées⁴ ou l'ordonnance de 1998 sur la protection des eaux OEaux⁵) ont conduit de nombreuses entreprises à prétraiter leurs eaux usées avant de les déverser dans les égouts publics. À cela s'ajoute le changement important qui s'est opéré dans la structure des secteurs de l'industrie suisse au cours des années 1990 et 2000. En particulier, les processus de production standardisés très coûteux en énergie et en travail – comme la production de substances de base chimiques ou l'industrie sidérurgique – ont été de plus en plus délocalisés à l'étranger. Sont restées en Suisse en premier lieu les activités apportant une plus-value, celles à forte intensité capitaliste et celles à forte intensité de recherche, comme la biotechnologie, la production d'instruments de précision ou la chimie fine.

L'utilisation de substances de synthèse organiques, telles que les médicaments, les produits de lavage et nettoyage, les solvants ou les additifs, fait désormais partie du quotidien. La diversité de ces substances est immense. Environ 100 000 produits chimiques sont employés aujourd'hui dans le monde⁶, dont 26 000 (état en février 2022) sont enregistrés dans la base de données de l'Agence européenne des produits chimiques⁷. Alors que dans les années 1930, environ un million de

² Dossier *L'épuration des eaux usées en Suisse, une belle réussite*.

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/dossiers/internationaler-tag-des-wassers-2017.html> [11.2.2020]

³ Ibid.

⁴ Ordonnance du 8 décembre 1975 sur les déversements d'eaux usées, RS 814.225.21

⁵ Ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux), RS 814.201

⁶ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/produits-chimiques/en-bref.html> [11.2.2020]

⁷ <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/registered-substances> [3.2.2022]

tonnes de substances étaient produites dans le monde entier, on dépasse de nos jours chaque année les 400 millions de tonnes⁸.

Une partie de ces substances s'introduit dans les milieux aquatiques avec les eaux usées épurées. Dans la plupart des cas, les concentrations de ces substances dans les eaux sont minimales (dans la plage des $\mu\text{g/L}$ ou ng/L), mais certaines d'entre elles sont capables de nuire à la vie aquatique. De plus, le déversement simultané de différentes substances peut entraîner des toxicités de mélange⁹. Des substances difficilement dégradables très solubles dans l'eau peuvent s'infiltrer jusque dans l'eau potable.

Le changement climatique péjore la problématique des micropolluants dans les eaux. D'après les prévisions, les précipitations devraient diminuer en Suisse durant les mois d'été et les situations de bas niveau des cours d'eau du Plateau augmenter. L'été 2018, par exemple, a été extrêmement sec et le niveau dans les cours d'eau extraordinairement bas¹⁰. Des substances comme les micropolluants atteignent ainsi des concentrations plus élevées dans les eaux en raison des taux de dilution plus faibles¹¹. Outre les températures élevées de l'eau en été, cela se répercute sur les conditions de vie aquatique. De grandes STEP centrales avec un niveau d'aménagement élevé et situées long de grands cours d'eau seraient donc idéales.

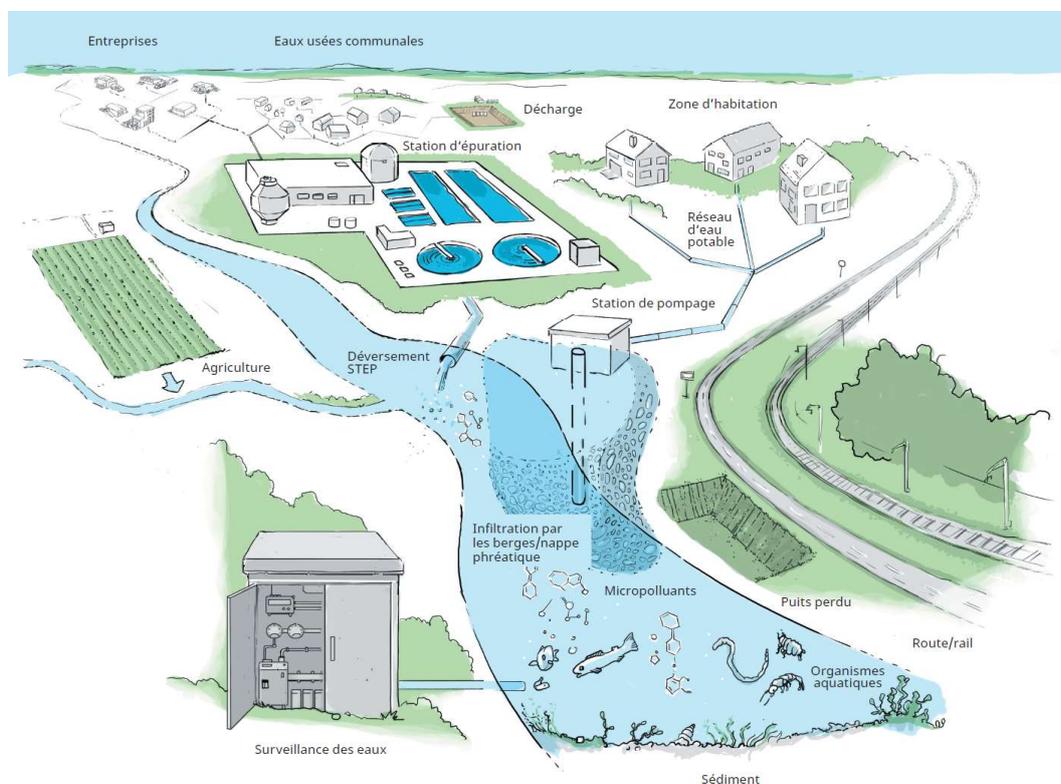


Figure 1. Vue d'ensemble de sources de déversement de micropolluants dans les eaux. Parmi celles-ci, on trouve notamment les activités agricoles et les activités en zone habitée.

En Suisse, les sources pertinentes de micropolluants sont les activités agricoles et les activités en zone habitée (p. ex. ménages privés, entreprises industrielles et d'artisanat, périphérie d'habita-

⁸ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/produits-chimiques/en-bref.html> [11.2.2020]

⁹ Götz, C.W., R. Kase et J. Hollender (2011). Micropolluants – Schéma d'évaluation de la qualité des eaux au vu des composés traces organiques issus de l'assainissement communal - Étude réalisée sur mandat de l'OFEV. Eawag, Dübendorf

¹⁰ OFEV et al. (Éditeur) 2019. La canicule et la sécheresse de l'été 2018. Impacts sur l'homme et l'environnement. OFEV, Berne. Numéro UZ-1909, 91 p. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/publications-etudes/publications/canicule-et-secheresse.html> [28.3.2020]

¹¹ Züricher Umweltpraxis Nr. 94: Lehren aus dem Trockensommer 2018. Wasser: Wieviel Wasser ist zu wenig? https://kofuzup.ch/asp/db/pdf/ZUP94-19_Trockensommer_2018_Wasser%2007.31.08.pdf [25.1.2021] (en allemand)

tion) (**Figure 1**). Les apports de substances issues de ces activités sont soit diffus (p. ex. ruissellement ou drainage), soit ponctuels par l'infrastructure d'évacuation des eaux urbaines (p. ex. STEP ou déversement d'eaux mixtes)¹². C'est pourquoi diverses mesures sont mises en œuvre à ces sources. Ainsi, les apports de l'agriculture sont réduits grâce au « Plan d'action Produits Phytosanitaires¹³ » et des STEP sélectionnées sont équipées d'une étape de traitement supplémentaire¹⁴. Des progrès sont également faits en continu dans le traitement des eaux de chaussées ou l'assainissement de sites pollués. Pour compléter le tout, de nombreuses mesures, désormais établies, s'appliquent au moment de l'homologation, de l'utilisation et de l'élimination de substances.

Les activités de l'industrie et de l'artisanat constituent également une source de micropolluants. Il manque cependant une vue d'ensemble au niveau suisse de la pollution des eaux qui en résulte. Raison pour laquelle il est prévu d'améliorer l'état des connaissances selon le rapport du Conseil fédéral de juin 2017 « Mesures à la source visant à réduire la charge de micropolluants dans les eaux¹⁵ » qui prévoit également d'examiner la prise de mesures supplémentaires.

La pollution des eaux par des substances nocives issues de l'industrie et de l'artisanat a certes largement diminué ces dernières années, car de nombreuses mesures (p. ex. raccordement aux STEP et prétraitement ciblé des eaux usées industrielles avant leur déversement dans le réseau d'égouts public ou dans une STEP propre à l'entreprise) ont été mises en œuvre. Mais les micropolluants représentent un grand défi pour la protection des eaux. Diverses mesures interviennent donc aux sources concernées. L'industrie et l'artisanat rejettent aussi des micropolluants dans les milieux aquatiques, mais il en manque une vue d'ensemble nationale. Selon le Conseil fédéral, il faut améliorer l'état des connaissances et examiner, sur cette base, l'éventuelle prise de mesures supplémentaires.

1.2 Objectif et démarche

Le but de ce rapport est d'établir un état des lieux des pollutions en milieux aquatiques dues aux substances issues de l'industrie et de l'artisanat et, se basant là-dessus, d'identifier les interventions nécessaires pour les années à venir.

Le présent rapport a été rédigé par étapes : (1) les services spécialisés cantonaux des secteurs de l'industrie et de l'artisanat, de l'épuration des eaux usées et des eaux tout comme des associations industrielles sélectionnées ont d'abord été questionnés. (2) Ensuite, des données accessibles au public, tirées d'analyses et de rapports, ont été rassemblées et évaluées. (3) Enfin, des études approfondies ont été réalisées sur les lacunes de connaissances identifiées^{16,17,18,19,20}.

Les déclarations du rapport sont basées sur le savoir et les expériences d'expertes et d'experts tout comme sur les analyses et rapports accessibles au public. Les informations disponibles sont

¹² Mesures à la source visant à réduire la charge de micropolluants dans les eaux. Rapport du Conseil fédéral en réponse au postulat Hêche 12.3090 du 7 mars 2012. <https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/48685.pdf> [6.2.2020]

¹³ Plan d'action visant à la réduction des risques et à l'utilisation durable des produits phytosanitaires. Rapport du Conseil fédéral (2017). https://www.blw.admin.ch/dam/blw/de/dokumente/Nachhaltige%20Produktion/Pflanzenschutz/AktionsplanPflanzenschutzmittel/Aktionsplan_Pflanzenschutzmittel_fr.pdf.download.pdf/Aktionsplan_Pflanzenschutzmittel_fr.pdf [6.2.2020]

¹⁴ BAFU (2016). Micropolluants : l'optimisation des STEP peut commencer ! <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/dossiers/micropolluants-optimisation-step.html> [6.2.2020]

¹⁵ Mesures à la source visant à réduire la charge de micropolluants dans les eaux. Rapport du Conseil fédéral en réponse au postulat Hêche 12.3090 du 7 mars 2012. <https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/48685.pdf> [6.2.2020]

¹⁶ I. O'Connor, I. Erny, A. Spörri, 2018. Élimination des déchets spéciaux et des eaux usées – Vue d'ensemble de l'élimination des déchets spéciaux en Suisse et analyse grossière du potentiel de pollution des eaux. EBP Schweiz AG.

¹⁷ Envirochemie et al., 2020. Pertinence des eaux usées provenant de circuits de refroidissement et de chauffage en Suisse: Vue d'ensemble des systèmes et des substances.

¹⁸ A.-K. McCall, Ch. Niederer, 2018. Vue d'ensemble des processus liés aux eaux usées et substances dans l'industrie et l'artisanat. Arcadis Schweiz AG.

¹⁹ Braun, Ch., 2020. Vergleich der Grenzwerte der Schweizerischen Gewässerschutzverordnung (GSchV, SR 814.201) mit den Emissionswerten aus den Durchführungsbeschlüssen zu den Schlussfolgerungen der besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäss Richtlinie 2010/75/EU (Industrieemissionsrichtlinie). Arcadis Schweiz AG.

²⁰ VSA (2022). Verfahren zur betrieblichen Abwasserbehandlung: Verfahrensübersicht, Effizienz und Optimierungspotential.

très différentes selon les branches d'activités et les entreprises. Cette condition-cadre donne le degré de précision du rapport.

Le rapport s'adresse aux services cantonaux spécialisés dans les secteurs de l'industrie et de l'artisanat, de l'épuration des eaux usées et de la surveillance des eaux, aux professionnels de la protection de l'environnement en entreprise et aux associations professionnelles, ainsi qu'à toute personne intéressée. Les services cantonaux spécialisés dans le secteur de l'industrie et de l'artisanat représentent un groupe cible central à côté des entreprises, car ce sont eux qui fixent les exigences dans le cadre de l'autorisation de déversement et qui surveillent leur application.

Ce rapport présente un état des lieux des apports de substances issues de l'industrie et de l'artisanat dans les eaux. Comme les données tirées des analyses varient fortement selon les secteurs d'activités, l'avis d'expertes et d'experts a également été pris en compte. Outre les entreprises, les services spécialisés cantonaux dans le secteur de l'industrie et de l'artisanat constituent un groupe cible central de ce rapport.

1.3 Organisation du projet

Ce projet a été initié et dirigé par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) et l'Association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA). La réalisation et la coordination ont été prises en charge par la plateforme « techniques de traitement des micropolluants » du VSA. Pour l'élaboration du rapport, des expertes et des experts, ainsi que des parties prenantes pertinentes ont été intégrés à l'équipe rédactionnelle et dans un groupe de suivi.

Ce rapport a été élaboré par le VSA, en étroite coopération avec l'OFEV, avec la participation de divers expertes et experts, ainsi que de différentes parties concernées.

1.4 Limites du projet et terminologie

Le rapport met l'accent sur la pollution des eaux par des substances organiques de synthèse issues des exploitations industrielles ou artisanales. Il s'agit de substances organiques produites, traitées, utilisées ou éliminées par des entreprises. Ces substances peuvent arriver directement dans les eaux par le biais des eaux industrielles épurées dans les STEP ou par les rejets des réseaux d'égouts en cas de forte pluies ; leur taux de concentration est alors généralement faible (de l'ordre du µg/L- ou ng/L). C'est pourquoi ces substances présentes dans les eaux sont appelées « micropolluants » ou « composés traces organiques ». Le terme « micropolluants » sera préféré dans ce rapport.

Les entreprises industrielles et les exploitations artisanales sont désignées dans ce rapport par « entreprises ». Les expressions « eaux usées industrielles » et « eaux usées d'exploitation » sont employées comme synonymes. Selon l'annexe 3.2 OEaux, cela comprend des eaux à évacuer provenant des exploitations artisanales et industrielles et les eaux usées de qualité comparable.

De plus, on distingue les entreprises avec déversement direct (appelés émetteurs directs) et les entreprises avec déversement indirect (appelés émetteurs indirects). Les émetteurs directs acheminent leurs eaux usées industrielles, après un traitement interne (p. ex. STEP industrielle propre à l'entreprise), directement dans les eaux. Dans le cas d'un procédé de traitement biologique (p.ex. par boues activées), une partie des eaux usées communales est généralement co-traitée, afin qu'une quantité suffisante de nutriments soient disponibles pour la croissance des microorganismes. Les émetteurs indirects déversent leurs eaux usées industrielles, après un éventuel prétraitement interne, dans le réseau d'égouts public et donc dans la STEP centrale.

Ce rapport se concentre sur les conditions d'exploitation normales et ne prend donc pas en compte les pollutions des eaux par des événements extraordinaires comme les accidents ou les apports d'eau d'extinction d'incendies. Afin d'éviter des événements extraordinaires, il existe des

prescriptions claires²¹ et divers guides^{22,23,24}. Ce rapport n'aborde pas non plus explicitement les apports de substances issus du déversement d'eaux mixtes provenant du réseau d'égouts qui peuvent également contribuer de manière significative à la pollution aquatique (p.ex. le déversement d'eaux usées d'une entreprise pendant une phase de décharge active d'eau mixte).

Ce rapport exclut explicitement les secteurs des piscines, du nettoyage de façades et de tunnels, du traitement du gravier, des décharges et des chantiers. Les connaissances acquises ici peuvent cependant être utilisées pour ces secteurs. Un état des lieux sera dressé séparément pour les établissements de santé (p.ex. les hôpitaux) qui constituent également une source de micropolluants.

Le présent rapport se concentre sur la pollution des eaux par les micropolluants issus des entreprises de l'industrie et de l'artisanat. Ces substances sont produites, traitées, utilisées ou éliminées par des entreprises et sont présentes en faible concentration dans les eaux (de l'ordre du µg/L ou ng/L). Le rapport considère en particulier les conditions d'exploitation normales. Les secteurs des piscines, du nettoyage de façades et de tunnels, des décharges, des chantiers ou les établissements de santé (p.ex. hôpitaux) ne sont pas considérés.

²¹ Ordonnance du 27 février 1991 sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM), RS 814.012

²² Leitfaden «Lagerung gefährlicher Stoffe» - Leitfaden für die Praxis. Überarbeitete Auflage 2018. https://extranet.kvu.ch/files/documentdownload/180529173348_Lagerung_gefaehrlicher_Stoffe_d_web.pdf [6.2.2020]

²³ Leitfaden «Löschwasserrückhaltung» - Leitfaden für die Praxis. 1. Auflage. Oktober 2015 (Juni 2016: Ergänzt mit Kanton BL). https://extranet.kvu.ch/files/documentdownload/160725165445_Loeschwasserrueckhaltung_2016_mit_BL.pdf [6.2.2020]

²⁴ Leitfaden «Absicherung und Entwässerung von Güterumschlagplätzen». 2. Auflage November 2016. https://extranet.kvu.ch/files/documentdownload/161114161424_Leitfaden_Absicherung_Gueterumschlagplaetze_web.pdf [6.2.2020]

2 BASES JURIDIQUES ET LEUR APPLICATION

En bref

- **Les autorités compétentes autorisent le déversement d'eaux usées polluées et surveillent la mise en œuvre des mesures entrepreneuriales.** Le rôle des autorités est central, car elles sont chargées de l'exécution des prescriptions légales. Les mesures d'exploitation sont élaborées en fonction de ces prescriptions. Les autorisations de déversement pour les eaux usées se rapportent toutefois principalement aux seuils conformes à l'annexe 3.2 OEaux.
- **Les micropolluants doivent être davantage pris en compte, ils constituent cependant un défi pour les autorités et les entreprises.** La grande diversité de substances utilisées dans les entreprises ne sont même pas approximativement couvertes par les seuils de l'annexe 3.2 OEaux. C'est pourquoi les autorités déterminent au cas par cas les exigences relatives au déversement de micropolluants. Mais souvent les autorités compétentes ne connaissent pas les micropolluants (pertinents) pour les eaux usées industrielles, ni l'état de la technique et les exigences qui en découlent.
- **Le rôle de la réglementation des substances chimiques:** les producteurs et importateurs sont tenus d'avoir les données nécessaires à disposition pour évaluer les risques pour l'homme et l'environnement. Ceci contribue à une meilleure connaissance des composants problématiques pour les eaux. De plus, des restrictions ou interdictions d'application soulagent les milieux aquatiques d'apports de substances spécialement nuisibles.

2.1 Dispositions générales de la législation sur la protection des eaux

Les dispositions générales suivantes sont ancrées dans la loi sur la protection des eaux (LEaux)²⁵ :

- **Devoir de diligence (art. 3 LEaux)** : « Chacun doit s'employer à empêcher toute atteinte nuisible aux eaux en y mettant la diligence qu'exigent les circonstances. »
- **Principe de causalité (art. 3a LEaux)** : « Celui qui est à l'origine d'une mesure prescrite par la présente loi en supporte les frais. »
- **Interdiction de polluer (art. 6, al. 1 LEaux)** : « Il est interdit d'introduire directement ou indirectement dans une eau des substances de nature à la polluer ; l'infiltration de telles substances dans les eaux est également interdite. »

Les dispositions générales de la législation sur la protection des eaux sont le devoir de diligence, le principe de causalité et l'interdiction de polluer.

2.2 Les autorités compétentes autorisent le déversement d'eaux usées polluées et surveillent la mise en œuvre des mesures entrepreneuriales

Le déversement d'eaux usées polluées dans les eaux ou dans les égouts publics est soumis à une autorisation de l'autorité compétente (art. 6 et 7 OEaux). Pour les eaux usées industrielles, cette autorisation de déversement se base sur l'annexe 3.2 OEaux. Toute entreprise qui évacue des eaux industrielles dans les eaux ou dans les égouts publics doit ainsi être au bénéfice d'une autorisation de déversement. Néanmoins, certains exemples montrent qu'une autorisation de déversement n'est pas toujours détenue.

L'autorité compétente contrôle périodiquement les entreprises pour vérifier le respect des conditions de déversement. Ce faisant, elle peut déléguer la collecte de données aux entreprises (art. 15 OEaux). Des processus similaires s'appliquent généralement au sein du domaine de l'artisanat. Raison pour laquelle de nombreux cantons misent aussi en partie (p. ex. pour l'automobile, les transports et les métiers de la peinture²⁶) sur des solutions intercantionales par secteur.

L'entreprise est responsable de l'exploitation, entretien, maintenance et surveillance de sa propre installation de prétraitement des eaux usées, conformément à l'article 13 OEaux. Pour ce faire, le personnel de l'entreprise doit disposer des connaissances techniques requises. Dans ce but, les

²⁵ Loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (Loi sur la protection des eaux, LEaux), RS 814.20

²⁶ <https://www.kvu.ch/de/themen/wasser?dossier=174> [29.1.2021]

offres de formation professionnelle et de formation continue sont très importantes (une vue d'ensemble des offres disponibles dans le domaine de la protection de l'environnement en entreprise est disponible dans l'annexe A1).

L'autorité compétente autorise le déversement d'eaux usées industrielles sur la base de l'annexe 3.2 OEaux et contrôle régulièrement le respect de celle-ci. Les personnes responsables dans les entreprises doivent disposer des connaissances techniques requises afin de garantir l'exploitation et l'entretien des installations de prétraitement des eaux usées conformément aux prescriptions.

2.3 Exigences générales et particulières selon l'annexe 3.2 OEaux limitées à quelques paramètres et substances isolées

Lors du déversement d'eaux usées industrielles dans les égouts publics ou dans les eaux, les exigences générales et particulières (spécifiques à certains secteurs d'activités) s'appliquent selon l'annexe 3.2 OEaux. Ces exigences peuvent être renforcées ou assouplies par l'autorité. Un renforcement s'applique lorsque, par exemple, la STEP centrale ne répond plus aux exigences de déversement d'eaux polluées dans les eaux à cause des eaux d'industrielles. Dans un tel cas, les eaux usées industrielles doivent être prétraitées en conséquence. Les valeurs limites sont généralement déterminées sous forme de concentrations. Il n'est donc pas permis de diluer les eaux à évacuer en vue de satisfaire aux exigences"

Les exigences générales s'appliquent aux paramètres cumulatifs (p. ex. substances non dissoutes totales, hydrocarbures totaux) et à des substances spécifiques (p. ex. métaux, cyanures ; **Tableau 1**). Pour certaines d'entre elles, des exigences particulières plus sévères s'appliquent.

Les exigences particulières s'appliquent à des procédés et secteurs d'activités sélectionnés, par exemple le traitement de surface / la galvanisation (**Tableau 2** **Tableau 1**). Certains de ces secteurs ne sont plus très répandus en Suisse ou ont complètement disparu. Il s'agit entre autres de l'industrie du fer et de l'acier, ou de la fabrication de piles primaires contenant du mercure. Des exigences particulières s'appliquent aux substances telles que le dichloroéthane, le trichloréthylène / tétrachloréthylène ou le mercure, dont les utilisations sont désormais très fortement limitée.

Une comparaison avec les documents de l'UE relatifs aux meilleures techniques disponibles (MTD) pour certains secteurs choisis montre que les paramètres régulés sont identiques ou semblables²⁷. Les valeurs seuils dans les documents MTD sont généralement quelque peu inférieures à celles de l'OEaux (jusqu'à un facteur de 2). Pour le déversement direct d'eaux usées de l'industrie chimique, les valeurs seuils pour le chrome, le cuivre, le nickel et le zinc sont au moins 10 fois inférieures à celles de l'OEaux. De tels écarts s'expliquent par l'existence de différentes conditions-cadre (p.ex. les boues d'épuration peuvent être réutilisées pour l'agriculture au sein de l'UE) et par l'évolution de l'état de la technique : les documents MTD ont été élaborés presque 20 ans après l'OEaux.

Les exigences générales et particulières pour le déversement d'eaux usées industrielles selon l'annexe 3.2 OEaux existent pour certains paramètres cumulatifs et quelques substances spécifiques. Ces exigences ont été fixées dans les années 1990 et correspondent à l'état de la technique d'alors. Certains secteurs d'activités ne sont plus très répandus en Suisse ou ont complètement disparu. En raison de l'évolution de l'état de la technique entre autres, ces exigences sont généralement inférieures dans les documents MTD plus récents.

²⁷ Braun, Ch., 2020. Vergleich der Grenzwerte der Schweizerischen Gewässerschutzverordnung (GSchV, SR 814.201) mit den Emissionswerten aus den Durchführungsbeschlüssen zu den Schlussfolgerungen der besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäss Richtlinie 2010/75/EU (Industrieemissionsrichtlinie). Arcadis Schweiz AG.

Tableau 1 : Vue d'ensemble des paramètres des exigences générales et des secteurs d'activités avec des exigences particulières (source ²⁸).

Exigences générales	<ul style="list-style-type: none"> • Valeur pH • Température • Transparence • Substances non dissoutes totales²⁹ • Métaux : arsenic, plomb, cadmium, chrome, cobalt, cuivre, molybdène, nickel, zinc • Cyanures • Hydrocarbures totaux • Les hydrocarbures volatils chlorés ou halogénés
Exigences particulières	<ul style="list-style-type: none"> • Préparation des denrées alimentaires • Industrie secondaire du fer et de l'acier • Traitement de surface / galvanisation • Industrie chimique : <ul style="list-style-type: none"> - production de chlore par électrolyse des chlorures alcalins - fabrication de pigments de cadmium • Fabrication de papier, carton et cellulose • Entreprises d'approvisionnement et d'élimination : <ul style="list-style-type: none"> - eaux de lavage des filtres servant au traitement de l'eau destinée à la consommation - usines d'incinération des ordures ménagères - traitement des déchets contenant du mercure - désargentage des bains de fixage - désargentage des bains de fixage avec blanchiment • Autres branches d'activités : <ul style="list-style-type: none"> - procédés photographiques - fabrication de piles primaires contenant du mercure - fabrication d'autres piles primaires et de piles secondaires - procédés exigeant l'utilisation ciblée de micro-organismes pathogènes - Cabinets et cliniques dentaires

2.4 Prendre davantage en compte les micropolluants

Les exigences générales et particulières pour le déversement d'eaux usées industrielles ne prennent pas assez en compte la diversité des substances dans une entreprise. Les autorités déterminent donc ces exigences au cas par cas, en prenant notamment en compte les seuils chiffrés pour les eaux selon l'annexe 2 OEaux. De telles prescriptions spécifiques restent toutefois limitées aux entreprises pour lesquelles certains micropolluants pertinents sont connus ou ont été détectés lors de campagne de mesure (voir chapitre 3). Les autorités compétentes exigent dans certains cas des listes de substances actuelles des entreprises prioritaires et entreprennent une évaluation (sommaire) sur la base des informations disponibles dans les fiches de données de sécurité³⁰. Cela

²⁸ Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) du 28 octobre 1998, SR 814.201 ; Annexe 3.2 (Exigences générales et particulières pour des substances déterminées provenant de branches industrielles données)

²⁹ Exigence pour un déversement dans les eaux

³⁰ Fiche de données de sécurité. <https://www.anmeldestelle.admin.ch/chem/fr/home/themen/pflicht-hersteller/selbstkontrolle/sicherheitsdatenblatt-sdb.html> [1.5.2020]

étant, la qualité des fiches de données de sécurité doit continuer d'être améliorée, car les substances non déclarées empêchent une évaluation correcte des produits. Pour les entreprises très dynamiques, comme les entreprises de sous-traitance, il est pratiquement impossible de connaître les substances actuelles d'un point de vue de l'exécution et de définir les conditions de déversement correspondantes pour chacune de ces substances.

Les autorités compétentes déterminent les exigences pour le déversement de micropolluants, se limitant aux cas individuels où les micropolluants contenus dans les eaux usées sont connus (p. ex. sur la base de résultats d'analyses de substances effectuées dans les eaux ou d'informations tirées des fiches de données de sécurité). Néanmoins, les connaissances sur les micropolluants pertinents font souvent défaut.

2.5 Le défi de l'état de la technique

Les entreprises sont tenues de prendre des mesures courantes correspondant à l'état de la technique³¹, dans la mesure où elles sont techniquement réalisables et économiquement supportables (annexe 3.2 OEaux). La pratique montre que pour les micropolluants il n'est souvent pas clair quel est l'état actuel de la technique et les exigences qui y correspondent. Par conséquent, l'état de la technique, l'évaluation de la viabilité économique et la proportionnalité varient selon les cantons.

Il est donc important que l'exécution soit harmonisée au niveau national et le même état de la technique déployé dans tous les secteurs d'activités. Les fiches (inter)cantonales et les aides à l'exécution fédérales y contribuent, ainsi que les aide-mémoires et les guides du VSA en particulier qui documentent l'état de la technique pour les petites et moyennes entreprises dont les processus sont similaires³² (p. ex. la métallurgie / le traitement de surface ; l'annexe A2 fournit une vue d'ensemble des documents disponibles). Le VSA dirige également un groupe de travail « État de la technique », rattaché à son centre de compétence industrie & artisanat³³, qui soutient les entreprises et autorités sur des questions concrètes. Il est nécessaire de prendre davantage en compte les micropolluants dans ces différentes activités.

Les entreprises sont tenues par la loi de prendre des mesures conformes à l'état de la technique. Toutefois, il manque souvent les connaissances sur l'état actuel de la technique et les exigences qui en découlent. Par conséquent, l'état de la technique, l'évaluation de la portée économique et de la proportion diffèrent d'un canton à l'autre. Des documents soutenant l'exécution tels que les guides et aide-mémoires du VSA sont donc très importants pour la pratique.

2.6 Rôle de la réglementation des substances chimiques

Pour la plupart des produits chimiques, l'autocontrôle s'applique. Cela implique que les producteurs et importateurs déterminent les propriétés dangereuses des composants et classent, signalent et emballent celles-ci selon les règles du système général harmonisé (GHS)³⁴. De plus, les producteurs et importateurs doivent faire une fiche de données de sécurité pour certains composés selon l'art. 19 de l'OChim³⁵ et la mettre à disposition des utilisateurs³⁶.

³¹ L'état de la technique désigne un certain niveau technologique avec un niveau de développement en progrès. Les processus techniques doivent avoir fait leurs preuves dans l'application pratique ou être exécutables en toute sécurité dans la pratique. De plus, les processus doivent être viables économiquement. À ne pas confondre avec le caractère individuel économiquement raisonnable. L'état de la technique se développe continuellement et doit être vérifié périodiquement pour être adapté au besoin. Source : L'état de la technique dans le domaine de la protection des eaux, édité par l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEPF), Berne, 2001. https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/wasser/uv-umwelt-vollzug/stand_der_technikgewaesserschutzlaeuterungenzumbegriffstandd.pdf.download.pdf/L_etat_de_la_technique_dans_le_domaine_de_la_protection_des_eaux_explicat.pdf [6.2.2020]

³² VSA CC Industrie et Artisanat : <https://vsa.ch/fr/fachbereiche-cc/industrie-et-artisanat/> [21.12.2020]

³³ <https://vsa.ch/fr/fachbereiche-cc/industrie-et-artisanat/etat-de-la-technique-industrie-et-artisanat/> [29.1.2021]

³⁴ Pas selon (UN) GHS mais selon le règlement (UE) CLP qui met en œuvre le (UN) GHS avec les modules compatibles de l'UE

³⁵ Ordonnance sur la protection contre les substances et les préparations dangereuses (Ordonnance sur les produits chimiques, OChim) du 5 juin 2015 (état au 1^{er} février 2022), SR 813.11

³⁶ La fiche de données de sécurité. <https://www.anmeldestelle.admin.ch/chem/fr/home/themen/pflicht-hersteller/selbstkontrolle/sicherheitsdatenblatt-sdb.html> [09.02.2022]

Un des buts de la législation chimique suisse est que les producteurs et importateurs disposent de toutes les données nécessaires pour évaluer les risques pour l'environnement et la santé des êtres humains des produits qu'ils mettent sur le marché. La qualité des fiches de sécurité s'est certes améliorée ces dernières années, mais leur pertinence est toujours limitée en raison de données manquantes.

Les substances extrêmement préoccupantes (SVHC) doivent être remplacées par des alternatives moins risquées. Les composés pour lesquels aucune valeur seuil sûre pour la protection de la santé humaine n'existe, respectivement pour les êtres vivants dans l'environnement, et en-dessous de laquelle aucun effet nocif est attendu en font partie. Il s'agit de substances persistantes, bioaccumulantes et toxiques (PBT), substances très persistantes et très bioaccumulantes (vPvB), substances à effet endocrinien et de substances définies cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction (CMR). De plus, le Conseil fédéral a la possibilité d'émettre des restrictions et interdictions pour la production, la mise sur le marché ou l'utilisation de produits respectifs. Pour certains produits – comme les biocides ou les produits phytosanitaires – une autorisation des autorités est nécessaire.

Les producteurs et importateurs de produits doivent disposer des données nécessaires pour l'évaluation de risque pour l'être humain et l'environnement. Par conséquent, les connaissances sur les composants problématiques pour les eaux s'accroissent. Les restrictions et interdictions d'usage contribuent à délester les milieux aquatiques des substances spécialement problématiques.

3 CONTAMINATION DES EAUX PAR LES MICRO-POLLUANTS ISSUS DE L'INDUSTRIE ET DE L'ARTISANAT

En bref

- **Les exigences générales et particulières existantes relatives au déversement des eaux usées industrielles selon l'annexe 3.2 OEaux sont aujourd'hui respectées en règle générale.** La contamination des eaux par des substances de l'industrie et l'artisanat a ainsi nettement diminué les dernières décennies.
- **Les micropolluants contenus dans les eaux usées industrielles épurées parviennent jusque dans les eaux.** C'est ce que montrent diverses analyses d'effluents de STEP et de milieux aquatiques. De tels déversements sont intermittents ou continus. En fonction du site et de l'activité de l'entreprise, on retrouve des substances médicamenteuses, des biocides, des solvants et d'autres substances telles que des composants de base utilisés pour la synthèse chimique. D'autres exemples montrent également la présence de substances inconnues dans les eaux usées industrielles épurées.
- **Déversement de grandes charges polluantes, de substances ayant un impact sur l'écologie aquatique et de substances entrant dans les ressources d'eau potable.** Les quantités de substances détectées et rejetées peuvent représenter jusqu'à plusieurs kilogrammes par jour. De tels rejets intermittents sont généralement répartis sur plusieurs jours, si bien que de grandes quantités s'accumulent. Des exemples montrent qu'en une année environ six tonnes de 1,4-dioxane ont été rejetées dans le Rhône et 20 tonnes de tétracarbonitrilpropène dans le Rhin. Parmi les exemples se trouvent aussi des substances ayant un impact sur l'écologie aquatique (p. ex. le diuron), des substances facilement solubles dans l'eau et difficilement dégradables. Ces dernières peuvent atteindre les ressources d'eau potable (comme le 1,4-dioxane).
- **De grandes lacunes de connaissance prévalent toujours :** les données existantes montrent qu'il est ponctuellement nécessaire d'agir dans les entreprises – ainsi que la collaboration entre les autorités et les industries fonctionnent bien dans ce genre de cas. Une estimation du risque au niveau suisse concernant les rejets de substances issues d'entreprises de l'industrie et de l'artisanat n'est néanmoins pas encore faisable en raison du manque de données.

3.1 Analyses dans les eaux usées

3.1.1 Connaissances élevées pour les paramètres avec des exigences générales et particulières

Les exigences et mesures légales dans les entreprises ont entraîné une baisse sensible de la pollution des eaux ces quatre dernières décennies. La figure 2 représente cette baisse sur la base des teneurs en chrome et nickel – deux substances typiques des rejets d'entreprises – dans les boues d'épuration des STEP en Suisse.

Les autorités compétentes et/ou les entreprises surveillent périodiquement les paramètres cumulatifs et les substances spécifiques selon l'annexe 3.2 OEaux, chiffres 2 et 3. Leurs concentrations et charges polluantes sont donc connues des autorités. D'après les informations fournies par les organes d'exécution cantonaux, les entreprises respectent généralement bien ces prescriptions.

Les STEP sont également surveillées et le respect des exigences (selon l'annexe 3.1 OEaux) est contrôlé par des mesures périodiques (tous les 4 à 7 jours). Cela permet de constater les limitations et perturbations d'exploitation de la STEP et d'introduire des mesures dans l'entreprise à l'origine de ces perturbations, dans la mesure où celle-ci a pu être identifiée (art. 7, al. 2 OEaux). Chez les STEP qui disposent de mesures en continu (p. ex. ammonium, nitrite, COD), il est possible de détecter aussi des limitations ou perturbations de courte durée qui ne pourraient pas être détectées dans les échantillons composites journaliers. Parmi les perturbations d'exploitation (une liste détaillée se trouve en annexe A3), citons :

- Les charges ponctuelles de substances organiques facilement dégradables ou de nutriments, tels que l'azote (provenant p. ex. du traitement du lait et de la viande) ;
- Les pics de pH et/ou formation de mousse (causés p. ex. par des détergents) ;
- L'inhibition de processus biologiques (causée p. ex. par des désinfectants).

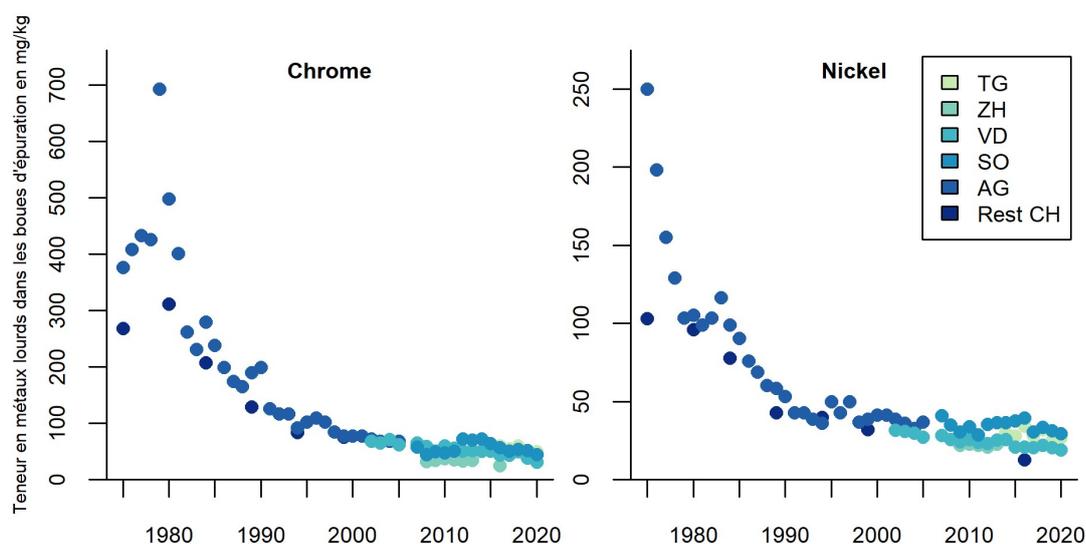


Figure 2. Développement des teneurs en chrome et nickel dans les boues d'épuration de STEP (en mg de métal par kg de boue) de 1975 à 2015 (sources ³⁷)

Les perturbations des STEP doivent être évitées, puisqu'elles entraînent un mauvais rendement d'épuration. Elles sont particulièrement problématiques lorsque la STEP ne peut plus respecter ses valeurs de déversement. Dans de tels cas, des substances qui sont normalement bien éliminées des eaux usées se retrouvent dans les eaux.

Les paramètres d'exigences générales et particulières sont surveillés périodiquement. Leurs concentrations et charges polluantes sont ainsi connues. Les exigences relatives à leur déversement sont respectées en règle générale.

3.1.2 Exemples de micropolluants dans des eaux usées industrielles épurées

Des analyses d'effluents de STEP ont été effectuées dans divers sites en Suisse, entre autres des cantons de Vaud, de Bâle-Campagne, de Saint-Gall, Appenzell Rhodes-Intérieures et Extérieures et de Zurich en mettant l'accent sur le rejet de substances par les entreprises (**Figure 3**). Dans le cadre de ces analyses, entre 40 et 450 micropolluants ont été évalués. De plus, diverses analyses spécifiques ont été réalisées, comme par exemple dans le canton du Tessin (évaluation d'échantillons composites journaliers sur 56 jours) ou dans le canton de Zurich (analyse non ciblée et de substances suspectes).

³⁷Sources : Amt für Umwelt Kanton Solothurn (2018) https://so.ch/fileadmin/internet/bjd/bjd-afu/12_Umweltdaten/08_Wasser/2_Gew%C3%A4sserschutz/WaARA_SchlammAnalyse.xlsx [6.2.2020] ; Amt für Umwelt Kanton Thurgau (2018) <https://umwelt.tg.ch/abwasser-und-anlagensicherheit/abwasser/abwasserreinigung.html/12753> [10.2.2022] ; Direction générale de l'environnement État de Vaud (2018) <https://www.vd.ch/themes/environnement/eaux/protection-des-eaux-epuration-pgee-agriculture-biologie-et-chimie-des-eaux/evacuation-et-epuration-des-eaux/stations-depuration-des-eaux-usees-step/> [10.2.2022] ; ERZ (Entsorgung und Recycling Zürich), 2013. Klärschlammanalysen Klärwerk Werdhölzli ; Külling, D.R., Stadelmann, F.X., Candinas, T. (2002). Nährstoffe und Schwermetalle im Klärschlamm 1975 – 1999. Agrarforschung Schweiz 9(5) ; Studiger, E. (2007). Wert- und Schadstoffe im Klärschlamm. Umwelt Aargau Nr. 37.

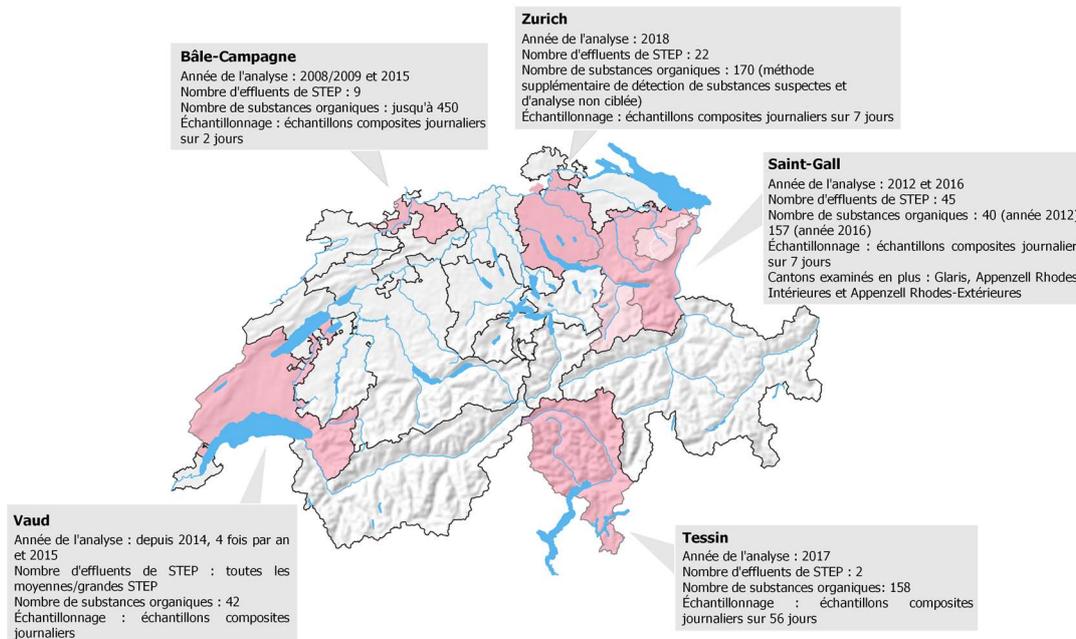


Figure 3. Vue d'ensemble des analyses des effluents de STEP dans les cantons VD, BL et SG. Des informations complémentaires sont disponibles dans les rapports respectifs : VD³⁸, BL^{39,40}, SG^{41,42,43,44}, TI⁴⁵, ZH⁴⁶. Lors des analyses du canton de SG, des STEP des cantons d'Appenzell Rhodes-Intérieures (AI), d'Appenzell Rhodes-Extérieures (AR) et de Glaris (GL) ont également été analysées. Source de la carte de la Suisse: Office fédéral de la topographie

³⁸ <https://www.vd.ch/themes/environnement/eaux/protection-des-eaux-epuration-pgee-agriculture-biologie-et-chimie-des-eaux/evacuation-et-epuration-des-eaux/stations-depuration-des-eaux-usees-step/> [7.12.2020]

³⁹ Mikroverunreinigungen in Baselbieter Oberflächengewässern. Untersuchungsresultate 2008/2009. https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/umweltschutz-energie/wasser/oberflachengewasser/publikationen/gewasser/downloads/mikroverunreinigungen_bl-ofg_2008-2009.pdf/@download/file/mikroverunreinigungen_bl-ofg_2008-2009.pdf [6.2.2020]

⁴⁰ Mikroverunreinigungen in Baselbieter Oberflächengewässern Untersuchung 2015. https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/umweltschutz-energie/wasser/oberflachengewasser/publikationen/gewasser/downloads/bericht-mikroverunreinigungen-untersuchungskampagn.pdf/@download/file/Bericht_Mikroverunreinigungen_Untersuchungskampagne_2015.pdf [6.2.2020]

⁴¹ Amt für Umwelt und Energie des Kantons St. Gallen (2013). Spurenstoffe im Abwasser – Suche nach relevanten Emissionsquellen, Ergebnisse der Messkampagne 2012. <https://www.llv.li/files/au/2013-afu-stgallen-spurenstoffe-im-abwasser.pdf> [6.2.2020]

⁴² Amt für Umwelt und Energie des Kantons St. Gallen (2016). Mikroverunreinigungen in Abläufen von Abwasserreinigungsanlagen – Suche nach relevanten Emissionsquellen, Ergebnisse der Messkampagne 2016. <https://www.sg.ch/content/dam/sgch/umwelt-natur/wasser/fl%C3%BCsse-und-b%C3%A4che/gew%C3%A4sserqualit%C3%A4t/-01-01-05--berichte/chemie/organische-spurenstoffe---mikroverunreinigungen-/Mikroverunreinigung-20in%20Abl%C3%A4ufen%20von%20ARA%20-%20Ergebnisse%20der%20Messkampagne%202016.pdf> [6.2.2020].

⁴³ Amt für Umwelt und Energie des Kantons St. Gallen (2010). Mikroverunreinigungen im gereinigten Abwasser von kommunalen ARA - Messkampagnen 2009. [https://www.sg.ch/content/dam/sgch/umwelt-natur/wasser/fl%C3%BCsse-und-b%C3%A4che/gew%C3%A4sserqualit%C3%A4t/-01-01-05--berichte/chemie/organische-spurenstoffe---mikroverunreinigungen-/Mikroverunreinigungen%20im%20gereinigten%20Abwasser%20von%20kommunalen%20ARA%20\(Messkampagnen%202009\).pdf](https://www.sg.ch/content/dam/sgch/umwelt-natur/wasser/fl%C3%BCsse-und-b%C3%A4che/gew%C3%A4sserqualit%C3%A4t/-01-01-05--berichte/chemie/organische-spurenstoffe---mikroverunreinigungen-/Mikroverunreinigungen%20im%20gereinigten%20Abwasser%20von%20kommunalen%20ARA%20(Messkampagnen%202009).pdf) [12.5.2020].

⁴⁴ Amt für Umwelt und Energie des Kantons St. Gallen (2010). Mikroverunreinigungen im gereinigten Abwasser von kommunalen ARA - Kurzbericht zur Messkampagne vom Mai 2010. [https://www.sg.ch/content/dam/sgch/umwelt-natur/wasser/fl%C3%BCsse-und-b%C3%A4che/gew%C3%A4sserqualit%C3%A4t/-01-01-05--berichte/chemie/organische-spurenstoffe---mikroverunreinigungen-/Mikroverunreinigungen%20im%20gereinigten%20Abwasser%20von%20kommunalen%20ARA%20\(Messkampagne%202010\).pdf](https://www.sg.ch/content/dam/sgch/umwelt-natur/wasser/fl%C3%BCsse-und-b%C3%A4che/gew%C3%A4sserqualit%C3%A4t/-01-01-05--berichte/chemie/organische-spurenstoffe---mikroverunreinigungen-/Mikroverunreinigungen%20im%20gereinigten%20Abwasser%20von%20kommunalen%20ARA%20(Messkampagne%202010).pdf) [12.5.2020].

⁴⁵ Anliker, S., Patrick, M., Fenner, K., Singer, H. (2020). Quantification of active ingredient losses from formulat-ing pharmaceutical industries and contribution to wastewater treatment plant emissions. Environ. Sci. Tech-nol. 54(23), 15046–15056.

⁴⁶ Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich (2021). Mikroverunreinigungen: Messkampagne zu Belastungen aus Industrie und Gewerbe. https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/wasser-gewaesser/gewaesserschutz/abwasserreinigungsanlagen-ara/themen-und-projekte/2021_awel_bericht_mikroverunreinigung_industrie_und_Gewerbe.pdf [20.8.2021].

Pour attribuer les résultats d'analyse d'une substance contenue dans les effluents de la STEP à une entreprise source, les critères suivants ont été appliqués :

- Dans certains effluents de STEP, les concentrations d'une ou de plusieurs substances atteignent des valeurs élevées suspectes en comparaison avec d'autres STEP.
- Une ou plusieurs substances ne se trouvent que dans une STEP.
- Des substances suspectes ont été mises en évidence de façon répétée sur plusieurs campagnes d'analyses.
- Certains groupes de substances, comme les solvants ou les substances de base pour les synthèses chimiques, indiquent une utilisation exclusivement industrielle.
- Des estimations d'expertes et experts possédant les connaissances de fond sur les substances utilisées dans les entreprises étaient disponibles.
- L'entreprise rejetant la substance a pu être identifiée de façon univoque par traçage.

Les substances utilisées dans de nombreux domaines sont rejetées dans les eaux à partir de diverses sources (p. ex. le benzotriazole⁴⁷, la mélamine⁴⁸). De tels résultats ne peuvent généralement pas être affectés à une source ponctuelle univoque.

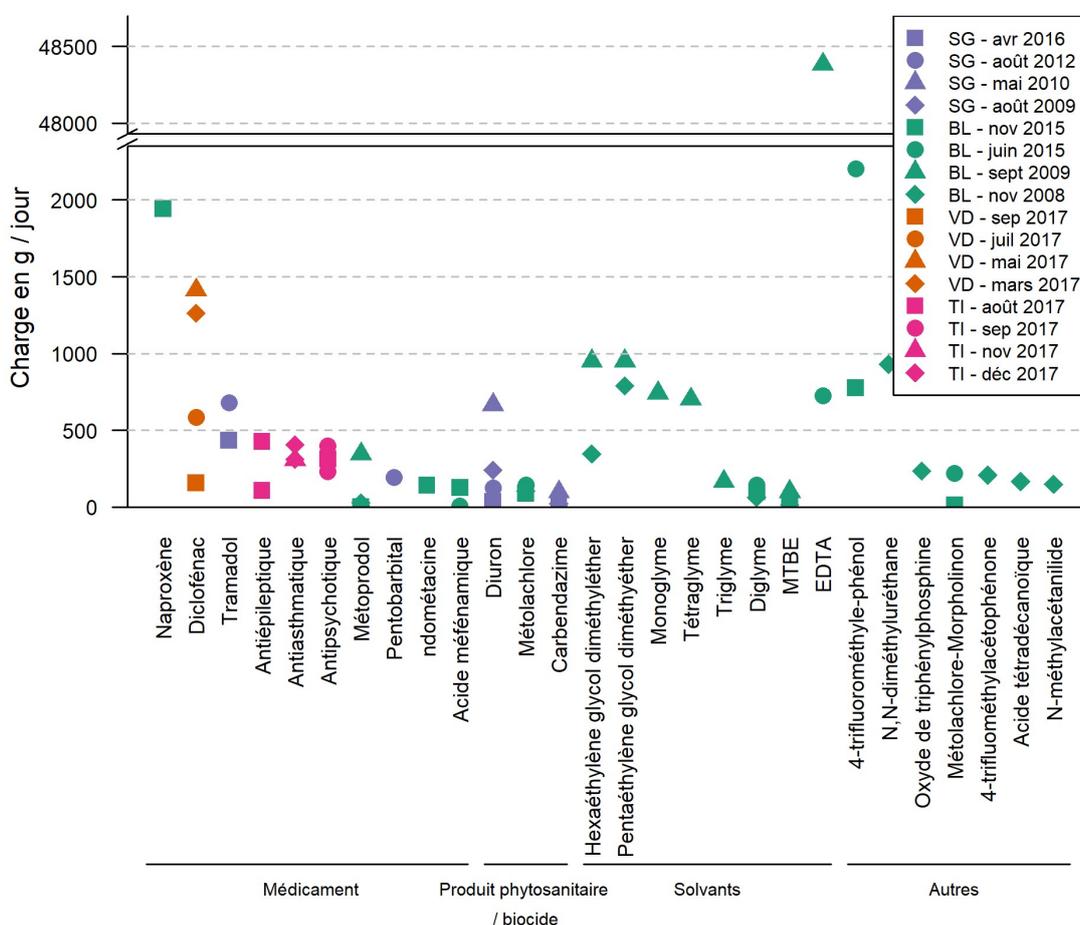


Figure 4. Résultats d'analyses de substances dans des effluents de STEP pouvant être imputées très vraisemblablement à une source industrielle. Les substances affichant des charges polluantes élevées (> 100 grammes par jour) sont représentées pour les campagnes de mesures effectuées dans les cantons de Saint-Gall (les STEP des cantons de AI, AR et GL y sont inclus), Bâle-Campagne et du Vaud. Une liste détaillée des données se trouve dans l'annexe 4.

⁴⁷ Götz, Ch., Kobler, B. (2016). Mikroverunreinigungen im Zugersee – Überprüfung eines regionalen Entwässerungskonzepts mithilfe einer Spurenstoffbilanzierung https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwilz_6Morzu-AhXlziUKHcE4DewQFjAAegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Fwww.zg.ch%2Fbehoerden%2Fbaudirektion%2Famt-fuer-umwelt%2Fa-bis-z-publikationen%2Fberichte%2Fwasser%2Fmikroverunreinigungen-im-zugersee-fachartikel-aqua.pdf&usq=AOvVaw0hWCUYudhbqHrNVOfu3oU6 [27.1.2021]

⁴⁸ Faktenblatt Melamin und Melaminharze. Arcadis Schweiz AG, 2020

La **Figure 4** présente certains résultats d'analyses de substances sélectionnés pouvant être imputés en toute certitude ou très vraisemblablement à des rejets industriels (voir aussi l'annexe A4 pour une liste détaillée des données). Le spectre des substances détectées est large et varie en fonction du site et de l'activité d'exploitation dans le bassin versant. Dans certains cas, plusieurs substances étaient suspectes dans un effluent de STEP (p. ex. médicaments, solvants, produits de dégradation). Le spectre des substances comprenait :

- des médicaments (p. ex. Naproxène, Tramadol, Diclofénac) ;
- des produits phytosanitaires / biocides (p. ex. métolachlore, diuron, carbendazime) ;
- des solvants (p. ex. monoglyme, diglyme, triglyme, 1,4-dioxane) ;
- d'autres substances (p. ex. substances de base utilisées pour les synthèses chimiques telles que l'acide tétradécanoïque ou le N,N-Diméthyluréthane) ;
- des substances inconnues.

Ces résultats comprennent aussi bien des substances classées comme difficilement dégradables (p. ex. EDTA, MTBE), que des substances classées comme facilement dégradables (p. ex. diglyme, triglyme). Un déversement intermittent de grandes quantités peut dépasser les capacités de traitement d'une STEP, même lorsqu'il s'agit de substances facilement dégradables. De plus, certaines de ces substances ont des effets écotoxicologiques (p. ex. diuron, carbendazime). Ce type de composés peut avoir des effets négatifs sur la faune aquatique dans de petites concentrations déjà.

Les exemples à la **Figure 4** montrent des rejets de substances par entreprise qui vont jusqu'à deux kilogrammes par jour. C'est l'EDTA qui atteint de loin la plus grande charge polluante journalière enregistrée avec 48 kilogrammes. Lors des mesures suivantes, les concentrations de cette substance étaient toujours élevées, mais sensiblement plus faibles en raison des mesures prises par l'entreprise.

Toutes les données de mesure sont toujours des valeurs ponctuelles sur quelques jours seulement. Certaines substances ont été mises en évidence dans le même effluent de STEP ou ont entraîné des signalements à la station de surveillance du Rhin à Weil am Rhein près de Bâle (voir chap. 3.2.1), ce qui indique des déversements de substances répétés. Une nouvelle analyse⁴⁹ a effectivement permis de prouver le déversement répété de six substances en provenance d'une entreprise pharmaceutique dans un laps de temps de trois ans. En fonction de la fréquence de rejet, des quantités importantes peuvent s'accumuler. Si un kilo d'une substance est rejeté une fois par semaine, la charge polluante annuelle est de 52 kilos. En d'autres termes : pour un médicament dont le taux de substance active est de 50 mg par comprimé, 52 kilos correspondent à environ un million de comprimés.

De nombreuses substances inconnues peuvent également parvenir dans les eaux avec les eaux usées industrielles épurées. C'est ce que montrent de toutes nouvelles recherches réalisées au moyen d'une méthode d'analyse spéciale, qui mesure des masses provoquant des signaux intenses. Plus de 1 700 substances inconnues ont ainsi pu être détectées dans un effluent de STEP et imputées à une entreprise pharmaceutique productrice⁴⁹. Certaines de ces substances étaient rejetées en grandes quantités : 43 kg de triméthylamine par jour, 3,8 kg de méthénamine par jour ou 1,2 kg de pentoxyvérine par jour. Au cours d'une autre analyse⁵⁰, divers effluents de STEP ont été comparés avec cette méthode d'analyse spéciale combinée à une analyse cluster (voir la référence pour la méthodologie et pour de plus amples informations). Les résultats ont montré que la composition des eaux usées de certaines STEP était spécifique, ce qui fait actuellement l'objet d'une recherche.

Voici plus en détail certains résultats d'analyses de substances (voir aussi **Tableau 2**).

- Tramadol (analgésique) : pour les analyses réalisées en 2012 ainsi qu'en 2016, des concentrations élevées de tramadol (24 µg/L voire 43 µg/L) ont été détectées dans les effluents de la

⁴⁹ Anliker, S., Loos, M., Comte, R., Ruff, M., Fenner, K., Singer, H. (2020). Assessing Emissions from Pharmaceutical Manufacturing Based on Temporal High-Resolution Mass Spectrometry Data. *Environ. Sci. Technol.* 2020, 54, 7, 4110-4120.

⁵⁰ Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich (2021). Micropolluants: Campagne de mesure des charges issues de l'industrie et de l'artisanat. https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/wasser-gewaesser/gewaesserschutz/abwasserreinigungsanlagen-ara/themen-und-projekte/2021_awel_bericht_mikro-verunreinigung_industrie_und_Gewerbe.pdf [20.8.2021].

STEP. Ces valeurs étaient nettement supérieures à la concentration moyenne des effluents de 0,3 à 0,4 µg/L pour toutes les STEP analysées. Les concentrations mesurées correspondaient à une charge polluante de 430 à 680 g/jour. L'entreprise pharmaceutique qui fabrique cette substance a été identifiée et le déversement de tramadol a diminué de manière significative grâce à des mesures de prétraitement des eaux usées dans l'entreprise.

- Métoprolol (médicament hypotenseur) : en 2009, des concentrations élevées de métoprolol (1000 µg/L) ont été détectées dans les effluents de la STEP. Cette valeur est sensiblement supérieure à la concentration moyenne mesurée dans les effluents de toutes les STEP analysées (1 µg/L). L'augmentation de la charge polluante de 345 g/jour correspondait à un bon tiers de la charge polluante quotidienne de métoprolol dans le Rhin près de Bâle (environ 900 g/jour pour les années 2015 à 2018) ; **Figure 7**). L'entreprise de transformation pharmaceutique a pu être identifiée et des mesures correspondantes ont pu être prises dans le prétraitement des eaux usées à l'usine. Pendant la même campagne de mesures, d'autres substances étaient suspectes dans la même STEP, comme le clopidogrel (13 g/jour), la ticlopidine (200 mg/jour).
- Diclofénac (anti-inflammatoire) : de 2015 à 2017, des concentrations accrues de diclofénac ont été détectées (jusqu'à 220 µg/L) avec des charges polluantes correspondantes dans les effluents de cette STEP (jusqu'à 1500 g/jour). Les adaptations du prétraitement des eaux usées à l'usine dans l'entreprise pharmaceutique à l'origine du rejet ont permis de faire baisser ces déversements de manière significative, si bien qu'entre 2018 et 2019, les concentrations ne dépassaient pas 50 µg/L et les charges polluantes restaient en dessous de 400 g/jour. En comparaison, la charge polluante moyenne de toutes les STEP analysées s'élevait à 8,2 g/jour. Celle-ci provient principalement des ménages.

Tableau 2 : Exemples de déversements de substances issus d'entreprises. Voir texte pour détails.

Exemple de substance détectée	Utilisation	g par jour	Origine	Mesure prise
Tramadol	Analgésique	430-680	Industrie pharmaceutique	Prétraitement des eaux
Métoprolol	Médicaments hypotenseurs	345	Industrie pharmaceutique	Prétraitement des eaux
Diclofénac	Anti-inflammatoires	jusqu'à 1 500	Industrie pharmaceutique	Prétraitement des eaux
Pentoxifyvérine	Antitussif	Jusqu'à 1 200	Industrie pharmaceutique	Inconnu
Diuron	Herbicide	6-670	Différentes sources industrielles (notamment mélange de peintures)	Prétraitement des eaux
Monoglyme Diglyme Triglyme Tétraglyme MTBE	Solvants	741 62-142 166 701 700	Industrie chimique et pharmaceutique	Inconnu
PFBS PFOS	Tensioactifs fluorés	1 5	Traitement de surfaces métalliques / galvanisation	Substitution des substances

- Diuron (herbicide) : le diuron a été détecté de façon répétée dans les effluents de plusieurs STEP à des concentrations comprises entre 0,5 et 43 µg/L. Comparée à une concentration d'effluent moyenne de 0,09 µg/L observée dans les STEP sans particularités, ces valeurs sont nettement supérieures et représentaient des charges polluantes comprises entre 6 et 670 g/jour. Dans le même temps, la concentration de carbendazime était également accrue dans ces STEP. Ces deux substances sont très toxiques. Pour le diuron, les exigences chiffrées sur le plan écotoxicologique pour les eaux superficielles de 0,07 µg/L pour une charge polluante continue en cas de situation d'étiage ont été dépassées (Ann. 2 Chiffre 11 § 3 OEaux). Cette valeur s'applique depuis 2020. Ces apports de substances ont pu être imputés à différents émetteurs professionnels (entreprises productrices et entreprises utilisant cette substance active). Grâce à une amélioration ciblée du prétraitement des eaux usées dans l'entreprise, les quantités déversées ont pu être réduites de plus de 90 %.
- Des solvants comme le monoglyme (741 g/jour), le diglyme (62 à 142 g/jour), le triglyme (166 g/jour), le tétraglyme (701 g/jour) ou le méthyl tert-butyl éther (MTBE ; jusqu'à 700 g/jour) étaient en concentrations suspectes dans les effluents de diverses STEP. Le MTBE et le tétraglyme ont été à l'origine de signalements de la station de surveillance du Rhin en 2013, 2014, 2016 et 2017 (**Figure 7**). Il s'agit ici très vraisemblablement de déversements industriels. Il n'est à ce jour pas connu si ces analyses ont mené à une imposition de mesures chez les entreprises.

Dans les campagnes de mesure cantonales, des déversements de substances de moins de 100 g par jour ont également été détectés. Les déversements suivants sont à souligner étant donné qu'ils sont particulièrement problématiques (toxiques) (ils ne sont pas représentés dans la **Figure 4**) :

- Nitrosamines : dans les effluents de plusieurs STEP, des concentrations élevées de nitrosamine ont été détectées ; celles-ci s'expliquent très vraisemblablement par des déversements d'entreprises : N-nitrosomorpholine (3 µg/L)⁵¹, N-nitrosodiméthylamine (2,5 µg/L), N-nitrosopipéridine (0,5 µg/L)⁵² et N-nitrosomorpholine (3 µg/L)⁵³. Les nitrosamines sont classées comme vraisemblablement cancérigènes⁵⁴ au niveau international. Nous ne savons pas si ces nitrosamines se sont formées dans l'entreprise ou seulement dans la STEP. Selon une large campagne de mesure⁵⁵, les deux scénarios peuvent être envisagés.
- Tensioactifs fluorés : à la sortie d'une STEP, les concentrations d'acide perfluorobutanesulfonique (PFBS) (0,14 µg/L) et d'acide perfluorooctanesulfonique (PFOS) (0,62 µg/L) détectées étaient nettement supérieures aux concentrations médianes de 0,02 µg/L (PFBS) et de 0,07 µg/L (PFOS) enregistrées dans les effluents de STEP sans particularités. Les charges polluantes journalières résultantes étaient de 1 g par jour de PFBS et d'environ 5 g par jour de PFOS. Les déversements ont pu être imputés à une entreprise travaillant dans le domaine du traitement de surface / de la galvanisation. Bien que l'utilisation de PFOS soit autorisée pour cette production, l'entreprise - une fois informée par les autorités - a décidé d'y renoncer. Malgré le nettoyage des installations, du PFOS a encore été décelé pendant un certain temps. Même si ces quantités ne semblent pas très élevées comparées aux exemples cités plus haut,

⁵¹ Mikroverunreinigungen in Baselbieter Oberflächengewässer Untersuchungsresultate 2008/2009 https://www.basel-land.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/umweltschutz-energie/wasser/oberflachengewasser/publikationen/gewasser/downloads/mikroverunreinigungen_bl-ofg_2008-2009.pdf/@download/file/mikroverunreinigungen_bl-ofg_2008-2009.pdf [6.2.2020]

⁵² Mikroverunreinigungen im gereinigten Abwasser von kommunalen ARA. Kurzbericht zur Messkampagne vom Mai 2010 [https://www.sg.ch/content/dam/sgch/umwelt-natur/wasser/fl%C3%BCsse-und-b%C3%A4che/gew%C3%A4sserqualit%C3%A4t/01-01-05--berichte/chemie/organische-spurenstoffe---mikroverunreinigungen-/Mikroverunreinigungen%20im%20gereinigten%20Abwasser%20von%20kommunalen%20ARA%20\(Messkampagne%202010\).pdf](https://www.sg.ch/content/dam/sgch/umwelt-natur/wasser/fl%C3%BCsse-und-b%C3%A4che/gew%C3%A4sserqualit%C3%A4t/01-01-05--berichte/chemie/organische-spurenstoffe---mikroverunreinigungen-/Mikroverunreinigungen%20im%20gereinigten%20Abwasser%20von%20kommunalen%20ARA%20(Messkampagne%202010).pdf) [7.2.2020]

⁵³ Mikroverunreinigungen in Baselbieter Oberflächengewässer Untersuchungsresultate 2008/2009. https://www.basel-land.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/umweltschutz-energie/wasser/oberflachengewasser/publikationen/gewasser/downloads/mikroverunreinigungen_bl-ofg_2008-2009.pdf/@download/file/mikroverunreinigungen_bl-ofg_2008-2009.pdf [6.2.2020]

⁵⁴ Voir <https://www.who.int/news/item/20-11-2019-information-note-nitrosamine-impurities> [10.2.2022].

⁵⁵ M. Krauss, P. Longrée, F. Dorusch, Ch. Ort, J. Hollender (2009). Occurrence and removal of N-nitrosamines in wastewater treatment plants. *Water Research*, 43, 4381–4391

des dépassements du critère de qualité environnementale chronique de 2 ng/L⁵⁶ sont apparus localement dans les eaux. Ces substances sont particulièrement pertinentes en raison de leur longévité (persistance), de leur bioaccumulation et de leurs toxicités humaine et écologique⁵⁷. Les PFOS sont donc soumis à des seuils très sévères, qu'ils soient internationaux (Convention sur les POP) ou nationaux.

Le spectre des substances détectées dans les eaux usées industrielles épurées s'étend des médicaments aux solvants, ou à d'autres composés tels que les substances de base utilisées pour la synthèse chimique, en passant par les biocides. D'autres exemples avec de nombreuses substances inconnues dans les eaux usées industrielles épurées ont été documentés. Les quantités détectées et rejetées s'élèvent jusqu'à plus d'un kilogramme par jour. On y trouve des déversements dans les eaux de façon répétée et sur une longue période. Les résultats d'analyses de substances entraînent généralement une prise de mesures au niveau de l'exploitation, ordonnée par les autorités, ce qui permet de baisser nettement les déversements de substances.

3.2 Exemples de micropolluants issus d'entreprises dans les milieux aquatiques

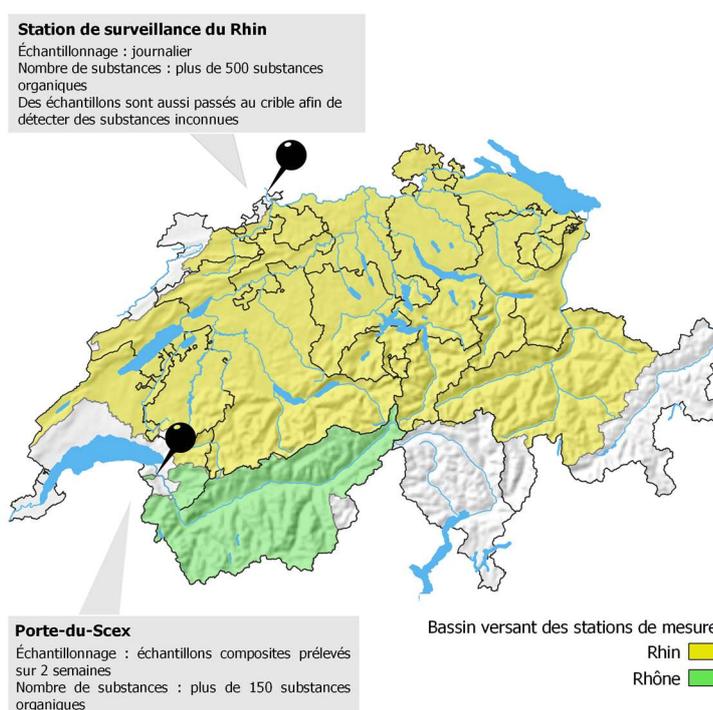


Figure 5. Vue d'ensemble du bassin versant analysé par la station de surveillance du Rhin à Weil-am-Rhein près de Bâle et par la station de mesure de la Porte-du-Scex (Source de la carte de la Suisse: Office fédéral de la topographie).

Chaque année, la Suisse documente et évalue l'état et le développement de ses eaux de surface dans le cadre l'Observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA)⁵⁸. Deux stations de mesure enregistrent les déversements de substances d'entreprises: la station de surveillance du Rhin (RÜS) à Weil am Rhein près de Bâle (une des principales stations de mesures de l'IKSR, exploitée par l'Office de l'Environnement et de l'Énergie du canton de Bâle-Ville) et la station de mesure près de la Porte-du-Scex en amont de l'embouchure du Rhône dans le Léman. En Suisse, l'eau potable provient à 20 % des eaux de surface (et plus particulièrement du Rhin et des grands

⁵⁶ Selon les propositions de critères de qualité du Centre Ecotox : [Propositions de critères de qualité en exposition aiguë et chronique pour une série de substances pertinentes pour la Suisse | Oekotoxzentrum \(centreecotox.ch\)](https://www.oeko.ch/fr/actualites/actualites/Propositions-de-criteres-de-qualite-en-exposition-aiguë-et-chronique-pour-une-série-de-substances-pertinentes-pour-la-Suisse) [14.02.2022]

⁵⁷ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/produits-chimiques/info-specialistes/affaires-internationales--produits-chimiques/convention-de-stockholm-pop-sur-les-polluants-organiques-persist.html> [5.5.2020]

⁵⁸ https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/etat/eau--reseaux-d_observat/observation-nationale-de-la-qualite-des-eaux-de-surface--nawa-.html [10.2.2020]

lacs comme le Lac de Biene, le Lac de Constance, le Léman ou le Lac de Zurich), et à 80 % de la nappe phréatique⁵⁹. L'Observation nationale des eaux souterraines (NAQUA) enregistre la qualité de celle-ci dans presque 550 stations de mesure⁶⁰. Ce faisant, des substances en provenance d'entreprises sont également analysées (p. ex. le 1,4-dioxane).

Les rejets de substances dans les eaux par les entreprises sont ponctuels ou continus. Le **Figure 6** présente différentes mesures au niveau de la RÜS près de Bâle (voir le chapitre 3.2.1 pour d'autres informations sur la RÜS) :

- De l'acide 3-chloro-5-(trifluorométhyl)pyridine-2-carboxylique a été déversé deux fois de manière intermittente en 2020 et a fait l'objet d'un signalement à la RÜS en avril 2020. Ainsi, plus de 700 kilos de cette substance sont parvenus dans le Rhin. Le perturbateur a été identifié et les déversements de substances dans le Rhin ont pu être fortement réduits grâce à un traitement ciblé de ce flux d'eaux usées.
- Dans le cas de déversements continus, une substance est déversée dans les eaux pendant une période prolongée. Le tétracarbonitrilpropène en est un exemple. En 2014, 20 tonnes de cette substance sont parvenues dans le Rhin, ce qui a entraîné des signalements répétés à la RÜS (des déversements avant 2014 déjà sont probables mais n'ont pas été détectés analytiquement). Des adaptations par étapes du traitement des eaux usées de l'entreprise ont permis de faire reculer ce rejet, c'est-à-dire que cette réduction perceptible et de plus de 80% a eu lieu malgré une production continue. De tels déversements continus sont toujours difficiles à détecter étant donné qu'ils disparaissent dans le bruit de fond des mesures. Les variations d'intensité de signal (donc les changements de concentrations) sont détectées et regardées de plus près.

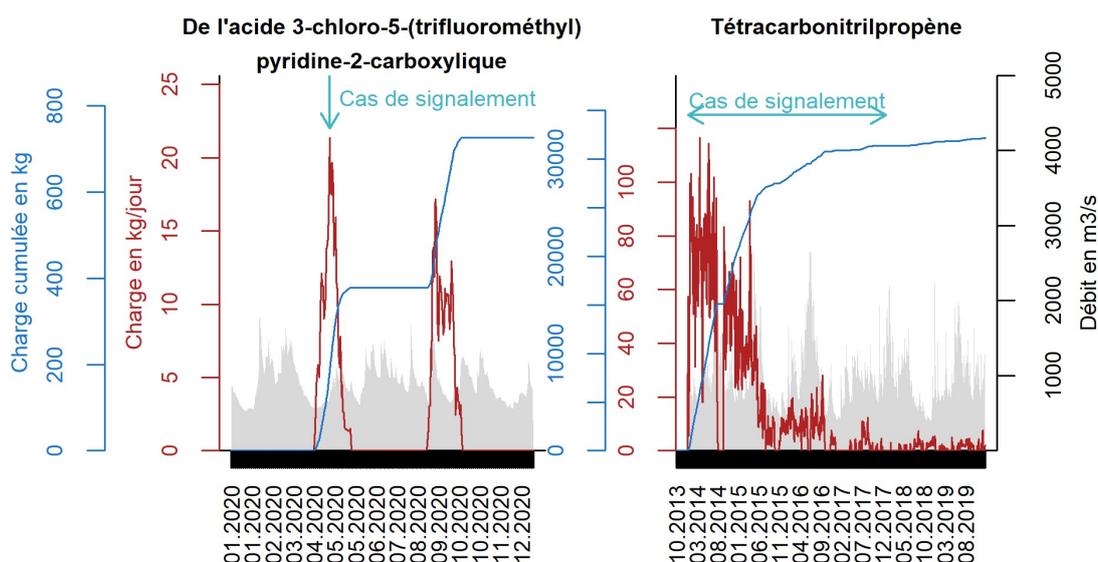


Figure 6. Exemples de déversements de substances dans le Rhin mesurés à la station de surveillance du Rhin (RÜS) près de Bâle⁶¹. De l'acide 3-chloro-5-(trifluorométhyl)pyridine-2-carboxylique (à gauche) a été remarqué en 2020 en raison de son modèle de signal qui révèle un déversement intermittent. Cette substance était inconnue au début, mais sa structure a pu être clarifiée. Le tétracarbonitrilpropène (à droite) est un exemple de déversement continu. Le débit du Rhin [m³/sec] est surligné en gris.

Les déversements de micropolluants avec les eaux usées industrielles (entre autres) peuvent être décelés systématiquement par les deux stations de mesure de la RÜS et Porte-du-Scex. Dans le

⁵⁹ OFEV (éditeur) 2019: État et évolution des eaux souterraines en Suisse Résultats de l'Observation nationale des eaux souterraines NAQUA, état 2016. Office fédéral de l'environnement, Berne. N° UZ-1901.F, 138 p. https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/wasser/uz-umwelt-zustand/zustandentwicklunggrundwasserschweiz.pdf.download.pdf/UZ-1901-F_NAQUA.pdf [13.4.2020]

⁶⁰ Voir <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/info-specialistes/etat-des-eaux/etat-des-eaux-souterraines/observation-nationale-des-eaux-souterraines-naqua.html> [13.4.2020]

⁶¹ Données : Station de surveillance du Rhin Weil am Rhein (RÜS); <https://www.aue.bs.ch/umweltanalytik/rheinueberwachungsstation-weil-am-rhein.html> [15.5.2020].

cadre de l'observation nationale des eaux souterraines, les substances spécifiques, comme le 1,4-dioxane, sont également systématiquement prélevées. Les données de la RÜS montrent que les déversements industriels se font soit de manière (répétée) intermittente, soit de manière continue.

3.2.1 Le Rhin près de Bâle

Le Rhin fournit de l'eau potable, directement ou indirectement, à quelque 30 millions de personnes⁶². La station de surveillance du Rhin (RÜS, *Rheinüberwachungsstation*) a été mise en service en 1993, à la suite d'un incendie chimique survenu dans la zone industrielle de Schweizerhalle (en 1986) et est jusqu'à aujourd'hui unique en Suisse. C'est-à-dire que la charge de substances dans les eaux de surface n'est pas surveillée dans cette envergure-là dans les autres régions de la Suisse. La RÜS surveille en effet environ 680 paramètres, plus de la moitié d'entre eux quotidiennement, par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse de haute résolution (HPLC-HRMS) avec une évaluation automatique des données. Elle dispose ainsi d'un système d'analyse ultramoderne pour surveiller chaque jour plus de 500 substances spécifiques solubles dans l'eau et rechercher également des substances organiques inconnues⁶³. L'évaluation automatique des données permet d'identifier rapidement l'augmentation des courbes de concentration. Si celles-ci dépassent certains seuils, un message (à partir de 1 µg/L pour les substances organiques et à partir de 0,1 µg/L pour les substances actives) ou encore une alarme (à partir de 3 µg/L pour les substances organiques et à partir de 0,3 µg/L pour les substances actives) est émise afin de protéger les approvisionnements en eau potable en aval du Rhin⁶⁴. Les distributeurs d'eau potable prennent rapidement les mesures de protection des captages d'eau potable en aval du fleuve suite à de tels événements.

La plupart des signalements sont imputés à des déversements intermittents de grands entreprises qui comprennent en conséquence de majeures quantités de substances⁶⁵. Les déversements continus sont plus difficiles à détecter du fait de l'absence de fort changement de concentration et conduisent ainsi à moins de signalements.

Les résultats d'analyses de substances de la RÜS pour la période de 2013 à 2019 imputés à des déversements d'entreprises sont présentés à la **Figure 7**. Il faut attirer l'attention sur le fait qu'un résultat manquant ne veut pas nécessairement dire que la substance n'était pas présente. Ceci s'explique par le fait que toutes les substances illustrées n'ont pas été analysées sur toute la période de temps présentée (p.ex. pas d'analyse pour la sucralose en 2013). Dans l'annexe A5, les cas de déversements industriels signalés à la RÜS pour les années 2013 à 2020 sont rassemblés sous forme de tableau avec les profils temporels correspondants, ainsi que les fenêtres de mesure respectives.

Le spectre de substances détectées est large :

- médicaments (p. ex. naproxène, indométacine, méthadone) ;
- solvants (p. ex. dichlorométhane, dioxane, toluène, MTBE) ;
- produits intermédiaires/dérivés (p. ex. tétracarbonitrilpropène, métalaxyl-métabolite) ;
- autres substances (p. ex. substances de base utilisées pour les synthèses chimiques telles que l'acide toluènesulfonique) ;
- substances inconnues.

Parmi les substances détectées se trouvaient aussi bien des substances classées comme difficilement dégradables (p.ex. MTBE, 1,4-dioxane) que des substances facilement dégradables (p. ex.

⁶² <https://www.iksr.org/fr/> [12.5.2020]

⁶³ <https://www.aue.bs.ch/umweltanalytik/rheinueberwachungsstation-weil-am-rhein.html> [29.1.2021]

⁶⁴ Selon la CIPR, en situation de rejets soudains de substances polluantes dans la région du Rhin, qui pourraient influencer de façon préjudiciable la qualité des eaux du Rhin en raison de leur quantité ou de leur concentration, l'objectif du Plan international d'Avertissement et d'Alerte est de les signaler et d'avertir les autorités compétentes pour mettre en œuvre au bon moment les mesures de lutte appropriées et avertir le plus largement possible les stations en utilisant le modèle d'alarme. Voir aussi : <https://www.aue.bs.ch/dam/jcr:1f6abe2f-6010-49a1-9c8b-4f3720b82766/Warn-%20und%20Alarmplan%20Rhein-rev.13.06.2016.pdf> [27.1.2021]

⁶⁵ M. Ruff, H. Singer, St. Ruppe, J. Mazacek, R. Dolf, C. Leu (2013). 20 Jahre Rheinüberwachung - Erfolge und analytische Neuausrichtung in Weil am Rhein. Aqua & Gas, n° 5, S. 16-25

dichlorométhane, toluène). Toutefois, de nouvelles substances inconnues conduisent aussi à de nouveaux signalements. Cela complique en plus l'affectation des sources puisque ces substances doivent tout d'abord être identifiées.

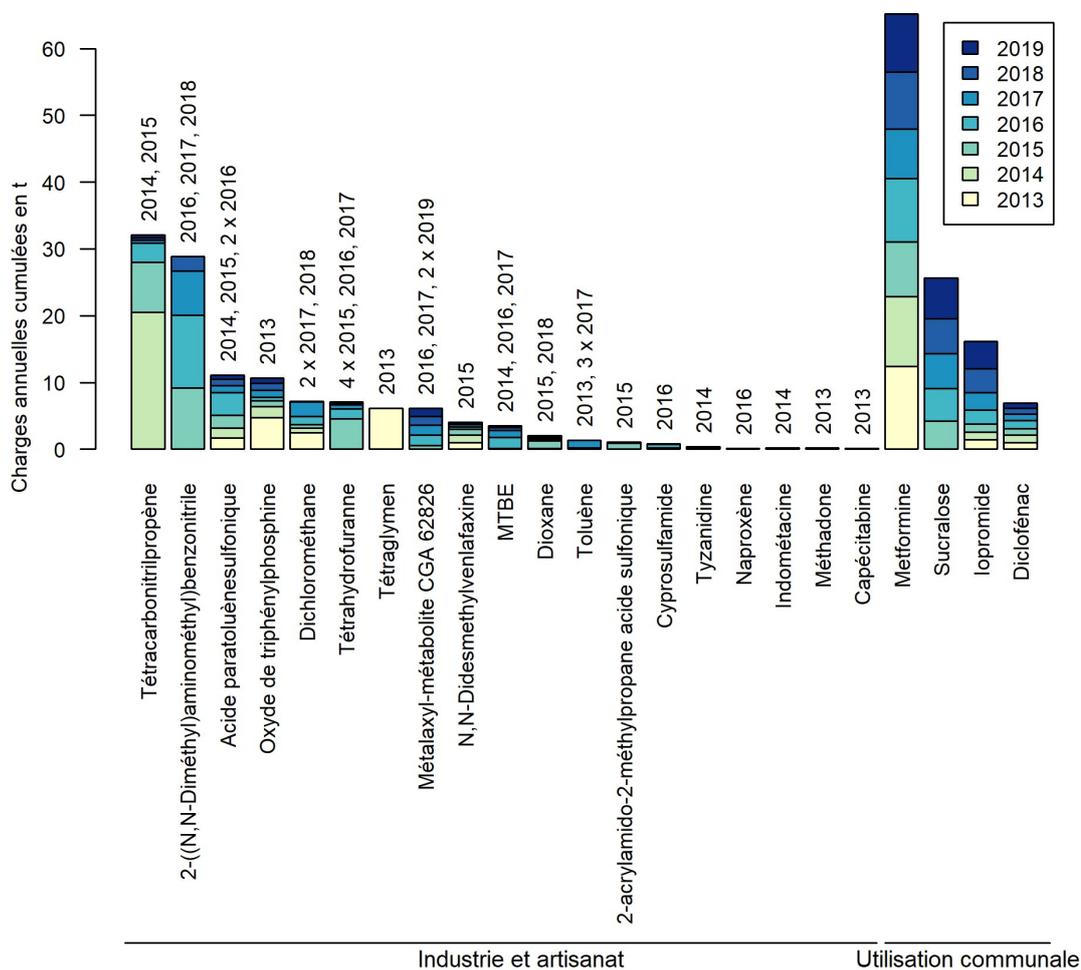


Figure 7. Charges polluantes accumulées annuelles de quelques substances issues d'entreprises ayant entraîné un signalement à la RÜS entre 2013 et 2018⁶⁶. En comparaison, quatre substances choisies provenant principalement des eaux usées communales sont représentées (à droite). L'année ou les années du cas signalé sont indiquées par les bâtons. Il faut attirer l'attention sur le fait qu'un résultat manquant ne veut pas nécessairement dire que la substance n'était pas présente. Ceci s'explique par le fait que les substances illustrées n'ont pas été analysées sur toute la période de temps présentée (p.ex. pas d'analyse pour la sucralose en 2013). L'annexe A5 présente des informations plus détaillées sur les cas de signalement individuels avec les profils temporels correspondants, ainsi que les fenêtres de mesure respectives.

La **Figure 7** montre les charges polluantes annuelles des cas signalés, imputables à des déversements industriels. Ces charges polluantes sont très variables d'une année à l'autre, tout comme d'une substance à l'autre. Cela illustre la dynamique des déversements industriels. Dans de nombreux exemples parmi ceux présentés, les déversements sont répétés. De grandes quantités de substances sont déversées en l'espace de quelques jours seulement (voir **Tableau 3**) :

- 5 à 10 kilos par jour (pendant 14 à 28 jours) de déversement d'un médicament comme la tizanidine (67 kilos au total), la méthadone (83 kilos au total) ou l'aliskirène (106 kilos au total).
- 40 à 90 kilos par jour (pendant 28 à 29 jours) de déversement d'un solvant tel que le dichlorométhane (1 200 kilos au total) ou le tétrahydrofurane (2 700 kilos au total).

⁶⁶ Données : Station de surveillance du Rhin à Weil am Rhein (RÜS) ; <https://www.aue.bs.ch/umweltanalytik/rheinueberwachungsstation-weil-am-rhein.html> [15.5.2020]

En comparaison, deux substances principalement en provenance des eaux usées domestiques :

- la metformine (un médicament contre le diabète) : la charge polluante annuelle dans le Rhin près de Bâle s'élève de 8 à 12 tonnes.
- Le iopromide (un agent de contraste radiologique) : la charge polluante annuelle dans le Rhin près de Bâle s'élève de 1 100 à 3 500 kilos.

Tableau 3 : Exemples de déversements dans le Rhin.

Exemple de substance détectée	Utilisation	kg par jour	Origine	Mesure prise
Tizanidine	Médicament	4,8 (sur 14 jours ; 2014)	Industrie chimique et pharmaceutique	Mesures prises
Méthadone	Médicament	4,8 (sur 17 jours ; 2013)	Industrie chimique et pharmaceutique	Mesures prises
Aliskirène	Médicament	9,6 (sur 11 jours ; 2014)	Industrie chimique et pharmaceutique	Mesures prises
Dichlorométhane	Solvants	42 (sur 28 jours ; 2017)	Industrie chimique et pharmaceutique	Mesures prises
Tétrahydrofurane	Solvants	94 (sur 29 jours ; 2015)	Industrie chimique et pharmaceutique	Mesures prises

La station de surveillance du Rhin enregistre chaque année une charge polluante totale d'environ 130 tonnes de substances organiques. Plus de 500 substances spécifiques solubles dans l'eau y sont contenues, en provenance de diverses sources. En comparaison, les charges polluantes des cas signalés issues de sources ponctuelles industrielles s'élèvent jusqu'à 25 tonnes, soit un pourcentage de charge d'environ 20 % provenant des eaux usées industrielles. Certains déversements de substances, tel que le déversement continu de tétracarbonitrilpropène, influencent très fortement ce taux.

Voici plus en détail certains résultats d'analyses de substances :

Exemples de déversements intermittents (répétitifs) (voir la figure 7) :

- Oxyde de triphénylphosphine : cette substance est employée dans la production de produits chimiques et a déclenché un cas de signalement en 2013. La charge polluante annuelle a pu être nettement réduite de 4,7 tonnes à 0,8 tonnes grâce à la coopération très fructueuse de plusieurs entreprises entre 2013 et 2015⁶⁷.
- Divers solvants, comme le dichlorométhane, MTBE, le tétrahydrofurane ou le toluène sont utilisés dans les entreprises les plus diverses et ont fait l'objet de cas de signalement de façon répétée. Lorsque la source a pu être identifiée, les entreprises ont pris les mesures d'exploitation adaptées, mais les déversements n'ont pas tous pu être attribués.
 - Dichlorométhane : un solvant classé facilement biodégradable (mais la biologie doit être adaptée à ce composé). En 2017, deux déversements intermittents ont été détectés par la RÜS : au total 42 kg sur 28 jours, ce qui correspond à une charge polluante totale de 1 200 kilos. D'autres déversements ont été effectués en 2013 et en 2018.

⁶⁷ Mazacek, J., Ruppe, St., Griesshaber, D., Langlois, I., Dolf, R., Singer, H., Leve, J., Hofacker, A., Leu, Ch. (2016). Vom Unfall zur präventiven Überwachung. Aqua & Gas, Nr. 11, S. 66-75.

- Tétrahydrofurane : un solvant classé facilement dégradable (mais la biologie doit être adaptée à ce composé). En 2015, la RÜS a détecté le déversement répétitif de tétrahydrofurane. 2 700 kg avaient été déversés au total pendant 29 jours. Avec une gestion de déversement ciblé et une adaptation de la biologie de la STEP des mesures ont été mises en place.
- Toluène : un solvant classé facilement dégradable. En 2017, trois déversements intermittents ont été détectés par la RÜS. Cette année-là, 1 600 kg avaient été déversés sur 35 jours. D'autres déversements avaient déjà été effectués en 2013.
- 1,4-dioxane : un solvant difficilement dégradable. En 2015, la RÜS en a détecté le déversement de 1 200 kg sur 24 jours. D'autres déversements ont suivi en 2018.
- 2-Phényle-2-(2-pipéridine)acétamide : cette substance a été remarquée par la RÜS pour la première fois début 2014 en raison de la forte hausse de sa courbe d'intensité. Elle n'a toutefois pas entraîné de cas de signalement. Des vérifications approfondies ont permis d'identifier cette substance ainsi que l'entreprise qui la déversait. Il s'agit d'un produit intermédiaire utilisé pour la synthèse d'un médicament difficilement dégradable dans le traitement biologique de la STEP. Les eaux usées très polluées sont depuis incinérées, de sorte que les apports de substances ont pu être sensiblement réduits⁶⁸.

Exemples de déversements continus :

- Tétracarbonitrilpropène : cette substance a été continuellement déversée en grandes quantités (de 3 à 20 tonnes par an) dans le Rhin et a entraîné des signalements répétés à la RÜS entre 2014 et 2017 (**Figure 6**). Les vérifications ont montré qu'il s'agissait d'un sous-produit utilisé pour la production d'un additif alimentaire. Les eaux usées sont depuis prétraitées dans l'entreprise avec du charbon actif. Cela a très fortement réduit la charge polluante introduite⁶⁹. Les années suivantes, les charges polluantes annuelles s'élevaient à environ 400 kg.
- 2-((N,N-Diméthyl)aminométhyl)benzonnitrile : cette substance a été continuellement déversée dans le Rhin en grandes quantités (environ 10 tonnes par an). Des vérifications approfondies ont montré que cette substance provenait de la production d'un produit phytosanitaire. Les eaux usées de cette production sont désormais traitées à l'aide d'une réaction de Fenton, ce qui permet d'éliminer pratiquement toute la substance des eaux usées.
- Métalaxyl-métabolite CGA 62826 : cette substance a été continuellement déversée dans le Rhin en quantités importantes (environ 1,5 tonne par an). Des vérifications ont montré que cette substance provenait de la production d'un produit phytosanitaire. Les eaux usées de celle-ci sont donc traitées par oxydation avec un processus de réaction de Fenton en amont du déversement vers la STEP.
- Avec les eaux usées domestiques également, diverses substances se mélangent aux eaux tout au long de l'année. Citons les exemples connus suivants : (i) la metformine (médicament contre le diabète) avec une charge polluante annuelle de 8 à 12 tonnes, (ii) le sucralose (édulcorant artificiel) avec une charge polluante annuelle de 5 tonnes, (iii) le iopromide (agent de contraste radiologique) avec une charge polluante annuelle de 1,1 à 3,5 tonnes, et (iv) le diclofénac (anti-inflammatoire non stéroïdien) avec une charge polluante annuelle d'une tonne.

Le Rhin alimente environ 30 millions de personnes en eau potable. La RÜS surveille chaque jour plus de 500 substances spécifiques solubles dans l'eau et recherche également des substances organiques inconnues. Le spectre des substances détectées dans le Rhin près de Bâle imputables à des déversements industriels s'étend des médicaments aux dérivés ou substances de base de la synthèse chimique, en passant par les solvants. Mais des déversements de substances inconnues sont aussi régulièrement enregistrés. Les quantités de substances détectées et rejetées vont jusqu'à 100 kg par jour. Il s'agit de déversements répétés et sur une longue période. Des cas de rejets continus sont également connus, pour lesquels jusqu'à 20 tonnes d'une substance individuelle, réparties sur une année, ont été déversées dans le Rhin par une seule entreprise. De tels

⁶⁸ Mazacek, J., Ruppe, St., Griesshaber, D., Langlois, I., Dolf, R., Singer, H., Leve, J., Hofacker, A., Leu, Ch. (2016). Vom Unfall zur präventiven Überwachung. Aqua & Gas, n° 11, S. 66-75

⁶⁹ Ibid.

déversements continus sont toutefois difficiles à détecter étant donné l'absence de fortes variations de concentration. Les autorités exigent la prise de mesures dans les entreprises suite aux signalements à la RÜS. Ainsi, le nombre de rejets de substances et de cas signalés diminue.

3.2.2 Le Rhône près de la Porte-du-Scex

Le Léman, alimenté aux trois quarts par le Rhône, sert de réservoir d'eau potable à plus de 800 000 personnes⁷⁰ (Figure 5). Des analyses de la Commission internationale pour la protection des eaux du Léman (CIPEL) ont montré en 2004 et 2005 des concentrations élevées des pesticides métalaxyl et foramsulfuron dans les profondeurs du Rhône^{71,72}. C'est pourquoi depuis 2006, la station de mesure de la Porte-du-Scex enregistre systématiquement, outre les différents paramètres cumulatifs tels que les nutriments et les métaux lourds, de plus en plus d'autres substances. Citons, parmi elles, 115 produits phytosanitaires, 37 substances actives pharmaceutiques et leurs métabolites, deux inhibiteurs de corrosion et deux solvants^{73,74}. Une analyse non-ciblée de substances organiques inconnues n'est pas réalisée. Les mesures sont faites en continu sur la base d'échantillons composites hebdomadaires. De plus, des échantillons prélevés dans d'autres sites le long du Rhône sont analysés deux à trois fois par an, en ciblant les produits phytosanitaires et les substances actives pharmaceutiques. De cette manière, le canton du Valais surveille le développement des apports de substances dans le Rhône, tout comme l'efficacité des mesures d'exploitation.

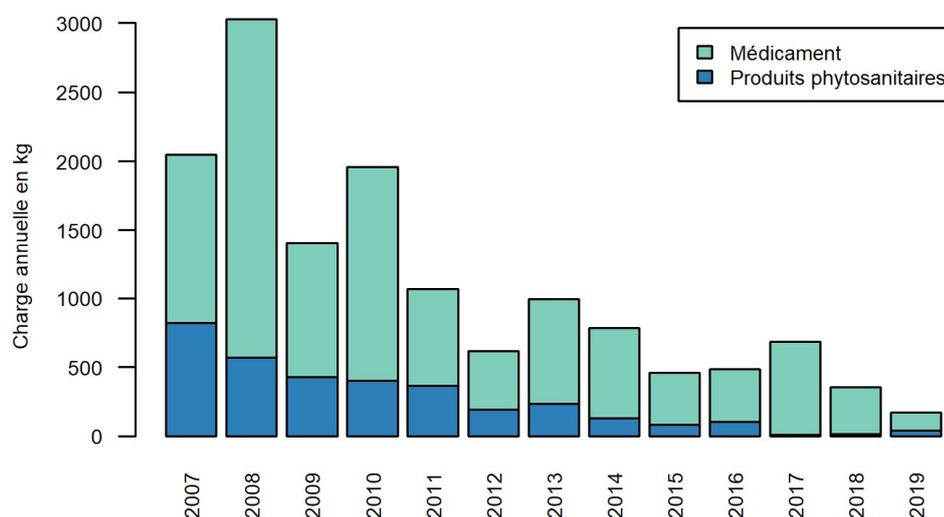


Figure 8. Evolution des charges polluantes annuelles de produits phytosanitaires et de substances actives pharmaceutiques issues de la production industrielle dans le Rhône (source⁷⁵). Le recul des rejets de substances est dû à la fixation de charges journalières maximales qui ont conduit à des mesures d'exploitation (p.ex. des traitements ciblés ou incinérations d'eaux usées).

⁷⁰ <http://www.cipel.org> [19.2.2019]

⁷¹ Bernard, M. (2018). Entwicklung der Wasserqualität in der Rhone und im Genfersee im Zusammenhang mit den industriellen und landwirtschaftlichen Aktivitäten. Cercl'Eau Tagung, 14. Juni 2018, Baden

⁷² Edder, P., Ortelli, D., Ramseier, S., Chèvre, N. (2007). Métaux et micropolluants organiques dans les eaux du Léman. Rapp. Comm. int. prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2006, 2007, p. 59-81. https://www.cipel.org/wp-content/uploads/2012/07/Camp06_06_Metaux-et-Micropolluants-dans-Leman.pdf [26.4.2021]

⁷³ Bernard, M., Mange, P. (2017). Micropolluants dans les eaux du Rhône amont. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2016, 125-142. <https://www.cipel.org/wp-content/uploads/catalogue/camp06-06-metax-et-micropolluants-dans-leman.pdf> [10.2.2022]

⁷⁴ Bernard, M., Fauquet, L., Mange, P. (2017). Micropolluants dans les eaux du Rhône amont. Rapp. Comm. int. prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2016, 2017, p. 125-142. <https://www.cipel.org/wp-content/uploads/catalogue/8-micropolluants-camp-2015.pdf> [10.2.2022]

⁷⁵ Service cantonal de l'environnement, Sion, Valais

Alors qu'elles dépassaient largement les deux tonnes en 2008, les charges polluantes annuelles issues de la production industrielle de produits phytosanitaires et de substances actives pharmaceutiques dans le Rhône ont désormais nettement diminué (**Figure 8**). L'état de la technique a été concrétisé dans le cadre du groupe de travail « Stratégie micropolluants VS »⁷⁶ et des exigences chiffrées ont été définies pour des substances spécifiques, prescrivant entre autres une charge polluante journalière maximum de 200 grammes par substance active.

Le 1,4-dioxane est l'un des deux solvants également surveillés à la Porte-du-Scex. La **Figure 9** montre les charges polluantes de 1,4-dioxane mesurées au niveau de la Porte-du-Scex pour la période de 2014 à 2017. Au total, plus de six tonnes de 1,4-dioxane ont été déversées dans le Rhône en 2014. Grâce à la prise de mesures d'exploitation (incinération des eaux usées concernées), les déversements de 1,4-dioxane ont pu être diminués de manière significative les années suivantes. On peut partir du principe qu'avant 2014 également, de grandes quantités de 1,4-dioxane avaient été déversées, puisqu'une concentration moyenne de 1,4-dioxane de 0.3 µg/L avait été mesurée dans le Léman, soit une quantité totale d'environ 26 tonnes de 1,4-dioxane⁷⁷. Grâce à la prise de mesures d'exploitation, la concentration de 1,4-dioxane dans le Léman a pu être à nouveau abaissée les années suivantes.

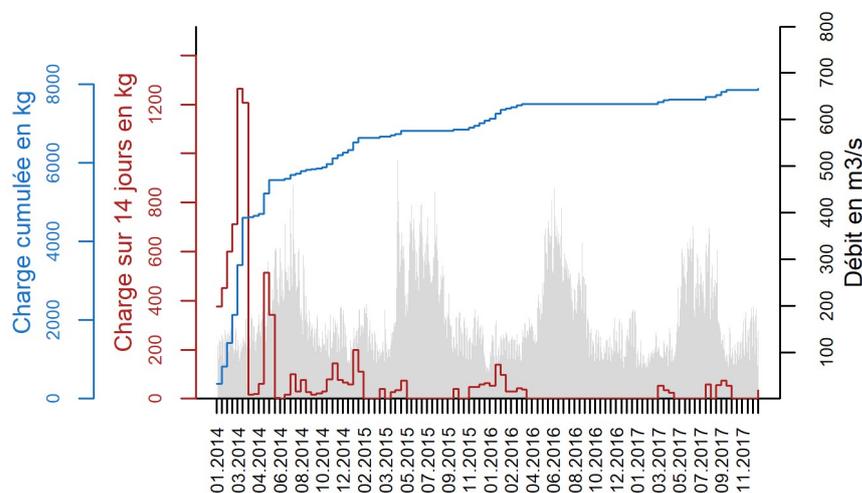


Figure 9. Charges polluantes cumulées de 1,4-dioxane à la station de mesure de la Porte-du-Scex pendant 14 jours (bleu) basées sur des échantillons composites hebdomadaires. La charge polluante hebdomadaire a été extrapolée en une charge polluante journalière moyenne (rouge)⁷⁸. Le débit du Rhône mesuré au niveau de la station de la Porte-du-Scex est indiqué en gris.

Le Léman, alimenté aux trois quarts environ par le Rhône, sert de ressource d'eau potable à plus de 800 000 personnes. Pour la surveillance des apports de substances industrielles dans le Rhône, la station de mesure de la Porte-du-Scex enregistre en continu des substances choisies, entre autres des substances actives et des solvants, issus de sources industrielles, sur la base d'échantillons composites hebdomadaires. En 2008, la charge polluante totale de substances actives mesurées s'élevait à environ trois tonnes. Presque six tonnes de 1,4-dioxane ont été déversées en 2014 dans le Rhône. Grâce à la prise de mesures d'exploitation, ces déversements ont été sensiblement diminués dans les années suivantes. Il est impossible de faire des déclarations sur d'autres déversements de substances et en particulier sur les déversements de substances inconnues en provenance d'entreprises, étant donné qu'aucune analyse non-ciblée n'est effectuée.

⁷⁶ Groupe « Stratégie micropolluants VS ». Ligne directrice. <https://www.cipel.org/catalogue/suivi-des-micropolluants-dans-les-eaux-du-rhone-amont/> [10.2.2022]

⁷⁷ Bernard, M., Mange, P., Rossier, J. (2019). Micropolluants dans les eaux du Rhône amont. Rapp. Comm. int. prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2018, 2019, p. 145-162. <https://www.cipel.org/wp-content/uploads/catalogue/rs2019-09-micropolluants-rhone.pdf> [10.2.2022]

⁷⁸ Source : Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2014/15/16/17

3.3 Autres eaux de surface

Voici plus en détail certains résultats d'analyses de substances d'origine industrielle dans les milieux aquatiques :

- Outre dans le Léman, des concentrations de 1,4-dioxane élevées ont également été mesurées dans le lac de Zurich en 2017, alors que les concentrations de 1,4-dioxane dans les lacs de Constance, de Bienne et des Quatre-Cantons se situaient sous le seuil de détection (**Figure 10**). Dans le Lac de Zurich, comme dans le Léman, les mesures prises chez l'entreprise qui déverse ont entraîné un net recul de la concentration de 1,4-dioxane les années suivantes.
- Un screening réalisé en 2019, visant les substances non connues, a permis de détecter l'éthyl-diméthylcarbamate dans l'eau potable de Bâle issue de la nappe souterraine enrichie par l'eau du Rhin. Comme il est question ici d'une substance potentiellement cancérigène, déversée dans le Rhin avec des eaux usées industrielles épurées (sous-produit généré lors de la production d'un pesticide), la recharge du niveau de la nappe phréatique a dû être assurée entre-temps par un autre cours d'eau. Jusqu'à cette détection en 2019, la présence de cette substance dans les eaux usées industrielles était inconnue. Des évaluations ultérieures ont montré que cette substance était déjà déversée depuis 2004 en quantités élevées⁷⁹. L'entreprise responsable du déversement a pris des mesures pour réduire l'apport de cette substance dans le Rhin.

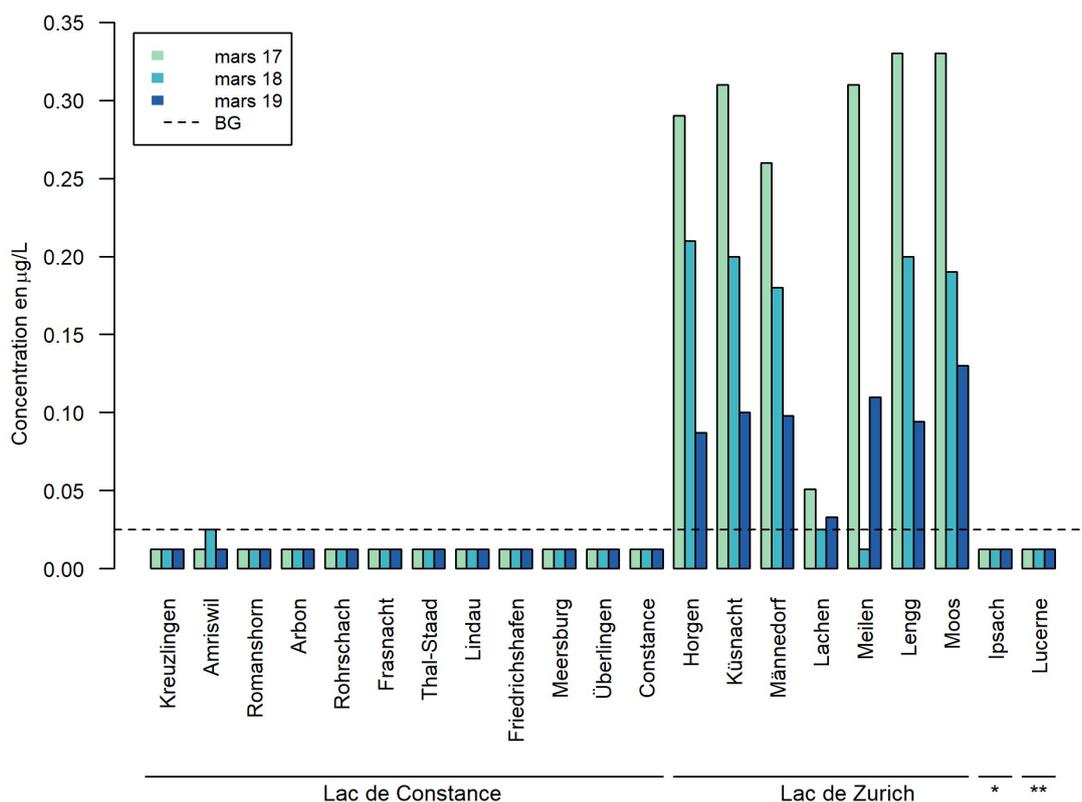


Figure 10. Concentrations de 1,4-dioxane dans les lacs suisses. Dans le Lac de Zurich, les concentrations pendant la période d'analyse (2017 à 2019) étaient élevées. *Lac de Bienne, **Lac des Quatre-Cantons (source⁸⁰). LOQ = limite de quantification.

⁷⁹ <https://www.nzz.ch/schweiz/krebserregender-stoff-schon-laenger-im-basler-trinkwasser-als-gedacht-ld.1525955> [7.2.2020]

⁸⁰ AWBR-Jahresbericht (2018). Aktuelle Ergebnisse aus dem Untersuchungsprogramm 2018. M. Scheurer, M. Fleig, H. J. Brauch (TZW): DVGW-Technologiezentrum Wasser, Karlsruhe https://www.awbr.org/timm/download.php?file=data/docs/be-richt/awbr_jb18_det.pdf [6.2.2020]

Les substances issues de déversements industriels, comme le 1,4-dioxane ou l'éthyldiméthylcarbamate, peuvent atteindre les ressources d'eau potable, entraînant des effets sur son utilisation.

3.4 Eaux souterraines

L'Observation nationale des eaux souterraines (NAQUA)⁸¹ enregistre en partie aussi des substances issues d'entreprises. Ainsi, du 1,4-dioxane est détecté dans plusieurs stations de mesure des eaux souterraines proches de cours d'eau. En 2016, les concentrations s'élevaient jusqu'à 0,9 µg/L dans la vallée du Rhône, de Viège jusqu'au Léman, et à plus de 1 µg/L⁸² dans les stations de mesure le long de l'Ergolz dans le canton de Bâle-Campagne. Il est impossible de savoir avec certitude si ces charges polluantes proviennent de déversements actuels ou anciens. Des hydrocarbures halogénés, tels que le tétrachloréthylène et le trichloroéthane, dépassant souvent les exigences chiffrées de 1 µg/L pour les eaux souterraines⁸³, ont été détectés. Autrefois utilisée dans différentes entreprises comme produits de nettoyage et solvants, ces substances ont atteint la nappe phréatique à la suite de mauvaises manipulations, d'accidents ou à partir de décharges. La pollution de la nappe phréatique est encore d'actualité en raison de la persistance de ces substances.

Les substances issues de déversements d'entreprises, comme le 1,4-dioxane ou les hydrocarbures halogénés, peuvent s'infiltrer dans les eaux souterraines. En raison de la persistance de ces substances, la pollution peut perdurer pendant une longue période.

3.5 Classement des résultats d'analyses des substances

Des exemples montrent que différentes substances des entreprises parviennent dans les eaux à divers endroits de la Suisse. Parmi ces rejets, il existe des charges importantes de composés, comme le montre les détections à la RÜS (p.ex. le rejet de 20 tonnes de tétracarbonitrilpropène en une année), des substances écotoxiques (p.ex. le diuron ou la carbendazime) qui mènent localement à des dépassements de critères de qualité dans les milieux aquatiques, ainsi que des composés mobiles qui peuvent atteindre les ressources d'eau potable et influencer en conséquence le traitement de celle-ci (p.ex. l'éthyldiméthylcarbamate). Les données mettent aussi de grandes lacunes de connaissance en lumière, ce qui rend une appréciation de la situation concernant la pollution des eaux due aux substances de l'industrie et artisanat au niveau suisse difficile. Plus de connaissances des rejets de substances venant des branches d'activités prioritaires sont nécessaires (voir chapitre 6).

Du fait que chez certaines industries chimique et pharmaceutique une surveillance des eaux usées a lieu, les émissions industrielles connues peuvent leur être imputées. L'attribution d'une source est également facilitée par des grandes quantités de substances rejetées, ce qui est plutôt le cas des grandes quantités de production. Ces exemples montrent l'interaction réussie entre les données de mesure, identification de sources, autorités et entreprises. Le rôle des autorités compétentes est ainsi central, puisqu'elles ordonnent les mesures nécessaires et surveillent leur exécution. De tels analyses systématiques manquent chez d'autres branches d'activités pertinentes pour les eaux usées et, par-là, les résultats de mesure des substances.

Le spectre de substances déversées peut fortement varier en fonction du site et des activités industrielles. Ainsi, différents déversements industriels sont constatés le long d'un même cours d'eau. Les substances mobiles et difficilement dégradables peuvent notamment s'accumuler le long de tronçons de cours d'eau. On ne sait que peu de choses sur l'effet exact de tels mélanges

⁸¹ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/info-specialistes/etat-des-eaux/etat-des-eaux-souterraines/observation-nationale-des-eaux-souterraines-naqua.html> [13.4.2020]

⁸² OFEV (éditeur) 2019: État et évolution des eaux souterraines en Suisse Résultats de l'Observation nationale des eaux souterraines NAQUA, état 2016. Office fédéral de l'environnement, Berne. N° UZ-1901.F, 138 p. https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/wasser/uz-umwelt-zustand/zustandentwicklunggrundwasserschweiz.pdf.download.pdf/UZ-1901-F_NAQUA.pdf [13.4.2020]

⁸³ OFEV (éditeur) 2019: État et évolution des eaux souterraines en Suisse Résultats de l'Observation nationale des eaux souterraines NAQUA, état 2016. Office fédéral de l'environnement, Berne. N° UZ-1901.F, 138 p. https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/wasser/uz-umwelt-zustand/zustandentwicklunggrundwasserschweiz.pdf.download.pdf/UZ-1901-F_NAQUA.pdf [13.4.2020]

de substances dans les milieux aquatiques ou l'eau potable, mais il peut nettement différer de l'effet des substances isolées. Sur la base de nouvelles connaissances, une substance ou un mélange de substances peut également être classé comme toxique, ou plus toxique qu'auparavant. Conformément au principe de précaution, il convient d'accorder une attention particulière à ces substances et d'en minimiser le plus possible les apports dans les eaux.

Divers exemples montrent des déversements d'eaux usées de l'industrie répartis sur divers emplacements en Suisse. Des substances rejetées en grandes quantités, écotoxiques conduisant à des dépassements des critères de qualité environnementaux et des composés atteignant les ressources d'eau potable et influençant le traitement de celle-ci s'y trouvent. Des substances mobiles et difficilement dégradables peuvent s'accumuler le long de tronçons de cours d'eau, et les effets de tels mélanges sont aujourd'hui très peu connus.

Les données montrent de grandes lacunes de connaissance qui rendent une appréciation de la situation concernant la pollution des milieux aquatiques due aux substances de l'industrie et artisanat au niveau de la Suisse difficile. De plus, des analyses systématiques manquent chez la plupart des branches d'activités pertinentes pour les eaux usées et, par-là, les résultats de mesure des substances.

4 SECTEURS ET PROCESSUS PRIORISÉS

En bref

- **En Suisse, des milliers d'entreprises existent avec des processus pertinents pour les eaux usées.** Ces entreprises sont situées dans les régions densément peuplées du Plateau en particulier. Presque toutes déversent leurs eaux usées (après un éventuel prétraitement interne) dans une STEP centrale. Certaines traitent leurs eaux usées dans une STEP interne avec une étape biologique. Dans ce cas, il s'agit surtout de grands sites d'exploitation de l'industrie chimique et pharmaceutique ou du secteur de l'alimentaire.
- **Selon les estimations d'expertes et d'experts, les secteurs d'activités et processus suivants ont été priorisés :** traitement physico-chimique des déchets spéciaux liquides, industrie chimique/pharmaceutique, traitement de surfaces métalliques/galvanisation, production/transformation de produits alimentaires, blanchisseries, métiers de la peinture, industrie automobile et transports, processus de chauffage et de refroidissement.
- **De nombreux produits sont utilisés dans ces entreprises, souvent avec peu de connaissances sur les différents composants.** Pendant les processus de lavage, nettoyage ou désinfection, ces substances entrent en contact avec de l'eau et s'écoulent dans les eaux usées d'exploitation. Souvent, les connaissances sur les composants spécifiques sont insuffisantes (en particulier dans les PME), parce que l'accent est mis sur la fonction du produit, les substances utilisées sont pour la plupart inconnues ou leur composition changent constamment. Les entreprises de l'industrie chimique et pharmaceutique qui connaissent les substances individuelles, les matières premières et que les substances actives produites constituent une exception.
- **Les mesures d'exploitation visent souvent les paramètres « classiques » et les micropolluants sont insuffisamment pris en compte.** En raison du manque de connaissances des micropolluants pertinents, la gestion des eaux usées est orientée dans de nombreuses entreprises sur les paramètres « classiques » conformément aux exigences générales et particulières de l'OEaux (annexe 3.2). Lorsque les entreprises ciblent les micropolluants dans leur gestion des eaux usées et optimisent régulièrement leur approche, les analyses indiquent un net recul des apports de ces substances dans les eaux.

4.1 Des milliers d'entreprises produisant des eaux usées

En Suisse, on estime qu'entre 20 000 et 30 000 entreprises (incluant entre autres les petites et moyennes entreprises, les PME) déversent leurs eaux usées d'exploitation issues des processus de production dans une STEP centrale (**Figure 11**). Environ 50 entreprises traitent elles-mêmes leurs eaux usées d'exploitation dans une STEP interne avec une étape de traitement biologique. Il s'agit surtout de grandes entreprises de l'industrie chimique et pharmaceutique et du secteur de l'alimentaire, et d'autres cas particuliers (p. ex. production et traitement du papier et du pétrole).

Dans certains secteurs d'activités, il existe des concentrations géographiques⁸⁴ : l'industrie chimique et pharmaceutique, par exemple, se concentre dans la Suisse du Nord-Ouest et la Suisse occidentale, dans la région de Schaffhouse, en Valais et de plus en plus au Tessin. Le traitement de surfaces métalliques/la galvanisation est plus particulièrement présent dans l'Arc jurassien et fortement à Berne. La production et la transformation de denrées alimentaires se trouvent en Suisse orientale, dans le Seeland et en Suisse centrale. Les entreprises du commerce automobile et des transports, les métiers de la peinture ou les blanchisseries sont présentes dans toute la Suisse sans concentration géographique particulière, avec toutefois une représentation renforcée dans les régions densément peuplées.

En Suisse, il existe des milliers d'entreprises produisant des eaux usées. Elles sont surtout situées dans les régions densément peuplées du Plateau, avec quelques concentrations géographiques. Elles déversent presque toutes leurs eaux usées dans une STEP centrale ; quelques-unes traitent

⁸⁴ Credit Suisse. Swiss Economics: Swiss Issues Regionen, Struktur und Perspektiven. <https://www.credit-suisse.com/about-us/fr/medias-actualites/communiqués-aux-medias.html> [20.8.2021].

leurs eaux usées dans une STEP interne avec une étape de traitement biologique. Il s'agit surtout de grands sites d'exploitation de l'industrie chimique et pharmaceutique et du secteur de l'alimentaire.

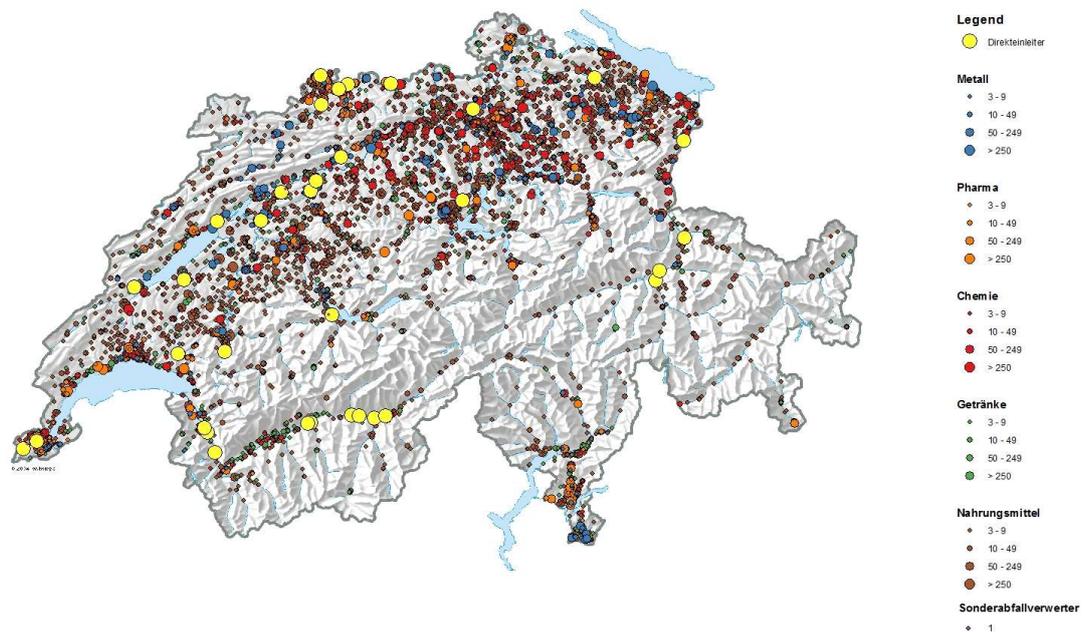


Figure 11. Vue d'ensemble géographique des entreprises qui déversent directement et indirectement leurs eaux usées en Suisse. Les émetteurs directs sont représentés par des points jaunes dans la figure du haut. Les émetteurs indirects des secteurs suivants sont représentés : traitement physico-chimique des déchets spéciaux liquides, production et transformation de produits chimiques et pharmaceutiques, traitement de surfaces métalliques / galvanisation (figure du haut), production et transformation de boissons et produits alimentaires (figure du bas). Les entreprises artisanales des secteurs des blanchisseries, des métiers de la peinture, de l'automobile et des transports ne sont pas représentées par manque de données. Les entreprises artisanales sont sur l'ensemble du territoire, sans concentration géographique. Dans les régions densément peuplées, ces entreprises ont tendance à être plus nombreuses. La répartition des processus de chauffage / refroidissement n'est pas non plus représentée par manque de données. Carte de la Suisse: Office fédéral de la topographie. Sources⁸⁵.

4.2 Secteurs d'activités et processus priorités

Les secteurs d'activités et processus suivants sont classés comme pertinents pour l'apport de micropolluants dans les eaux (par ordre croissant en fonction du nombre d'entreprises en Suisse) sur la base d'estimations d'expertes et d'experts :

- traitement physico-chimique des déchets spéciaux liquides,
- industrie chimique et pharmaceutique (synthèse et transformation),
- traitement de surfaces métalliques / galvanisation,
- fabrication et transformation de produits alimentaires,
- blanchisseries,
- automobile et transports,
- métiers de la peinture.

Les processus de refroidissement et de chauffage ont été priorités dans tous les secteurs d'activités. Pour certaines activités peu exercées en Suisse, l'apport de substances dans les eaux n'est pas non plus exclu. Citons par exemple, le finissage de textiles, la fabrication du tabac, le traitement de substances explosives, la fabrication de papier/carton. Une vue d'ensemble des activités dans

⁸⁵Déchets spéciaux <https://vbsa.ch/categories-de-traitement/dechets-speciaux/?lang=fr> ; Données sur les déverseurs directs : collecte auprès des cantons ; données restantes : BFS – GWS, HESTA, ETS AVOL.

ces secteurs, leurs processus pertinents pour les eaux usées et des exemples de substances se trouvent au chapitre 4.5.

Les secteurs d'activités et processus priorités sont le traitement physico-chimique des déchets spéciaux liquides, l'industrie chimique et pharmaceutique, le traitement de surfaces métalliques/la galvanisation, la production et la transformation de produits alimentaires, les blanchisseries, les métiers de la peinture, l'automobile et les transports, les processus de chauffage et de refroidissement.

4.3 Grande diversité de produits et maigres connaissances des composants spécifiques

De nombreux produits utilisés dans ces secteurs d'activités et processus priorités s'écoulent dans les eaux usées d'exploitation pendant les processus de lavage, nettoyage et désinfection. À l'exception des entreprises de l'industrie chimique et pharmaceutique, où les substances isolées telles que les substances de base, les substances actives produites ou les adjuvants sont connus, les connaissances sur les composants spécifiques font souvent défaut dans les autres entreprises. Les raisons peuvent être les suivantes :

- Accent mis sur la fonction du produit dans son utilisation industrielle et non ses composants.
- Substances inconnues, parce qu'elles ne sont par exemple pas déclarées dans les fiches de données des produits ou qu'elles sont formées lors de l'utilisation industrielle ou pendant un traitement des eaux usées (p. ex. produits de transformation).
- Substances très variées, qui changent fréquemment.

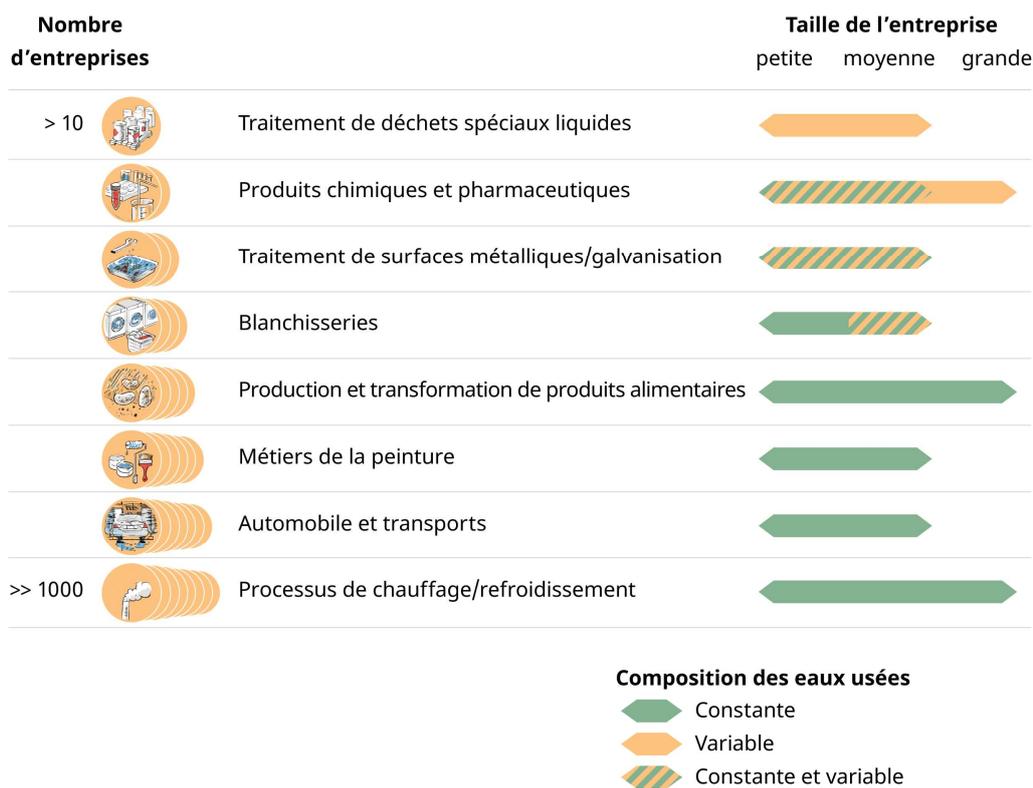


Figure 12. Classement des secteurs industriels et commerciaux selon la dynamique de leur composition des eaux usées et la taille de l'entreprise (hors campagnes saisonnières dans les entreprises alimentaires) ; petites entreprises : < 10 personnes, moyennes entreprises : 10 à 100 personnes, grandes entreprises : > 100 personnes.

Les entreprises qui utilisent une grande variété de substances fluctuantes en raison de modifications de contrats et de campagnes de production (p. ex. les entreprises sous-traitantes) présentent une composition variable de leurs eaux usées. Citons le traitement physico-chimique des dé-

chets spéciaux liquides, la production et la transformation de produits chimiques et pharmaceutiques, le traitement de surfaces métalliques/la galvanisation ainsi que les blanchisseries (**Figure 12**). La production et la transformation de produits alimentaires sont concernées lors des campagnes saisonnières. Pour ces entreprises, les exigences relatives à la gestion des eaux sont d'autant plus élevées.

Dans d'autres secteurs d'activités la composition des eaux usées est relativement constante (**Figure 12**). C'est le cas par exemple des exploitations artisanales de production et de transformation de produits alimentaires (sans campagnes saisonnières), blanchisseries, métiers de la peinture, l'automobile et les transports, ainsi que les processus de refroidissement et de chauffage⁸⁶. Le déversement des eaux usées d'exploitation s'effectue généralement de manière intermittente. Les pics de charge qui en découlent compliquent le fonctionnement de la STEP et peuvent parvenir jusque dans les eaux. Pour les entreprises à grande charge polluante, il est avantageux d'amortir les pics de charge en lissant le déversement.

De nombreuses substances et de nombreux produits sont utilisés dans les entreprises. Pendant les processus de lavage, nettoyage ou désinfection, ces substances entrent en contact avec de l'eau et s'écoulent dans les eaux usées d'exploitation. À l'exception des entreprises de l'industrie chimique et pharmaceutique, où les substances isolées telles que les substances de base, les substances actives produites ou les adjuvants sont connus, les connaissances sur les composants spécifiques font souvent défaut dans les autres entreprises. Les entreprises sous-traitantes sont des exemples d'entreprises utilisant des substances qui changent fréquemment et qui ont donc une composition des eaux usées variable. Celle des processus de refroidissement et de chauffage est plutôt constante.

4.4 Mesures d'exploitation visant les paramètres « classiques » et micropolluants insuffisamment pris en compte

La gestion des eaux usées d'exploitation et leur processus de prétraitement jouent un rôle central dans la réduction des déversements de substances dans les milieux aquatiques. Dans le cadre du cadastre des eaux usées industrielles, les flux d'eaux usées produits sont recensés et évalués. Il permet de déterminer la manière dont les flux doivent être éliminés (p. ex. en les déversant dans les égouts publics afin qu'ils soient traités dans la STEP communale ou en les incinérant)⁸⁷ ou s'ils doivent subir un traitement supplémentaire⁸⁸ avant le déversement sur la STEP. Les processus d'élimination de micropolluants issus des eaux usées d'exploitation suivants s'avèrent appropriés (voir aussi⁸⁹) :

- processus d'adsorption (p. ex. sur charbon actif),
- processus par oxydation (p. ex. au moyen de peroxyde d'hydrogène seul ou en combinaison avec un catalyseur comme le fer – processus de Fenton),
- installations à membranes (p. ex. nanofiltration, osmose inverse),
- autres possibilités de traitement (évaporation des eaux usées, incinération des eaux usées).

Dans de nombreuses entreprises, les connaissances sur les micropolluants pertinents pour les eaux usées industrielles font défaut. Leur gestion des eaux usées et leur prétraitement des eaux usées ciblent donc davantage les paramètres « classiques » comme les huiles minérales, les métaux lourds ou les eaux usées acides/basiques. Parmi les processus de prétraitement utilisés couramment, on peut citer les bassins de décantation, les installations de neutralisation ou les séparateurs d'huiles minérales (**Tableau 4**). La plupart des micropolluants ne sont pas ou insuffisamment éliminés avec ces processus. Les principaux secteurs d'activités concernés sont la production

⁸⁶ Envirochemie et al., 2020. Abwasserrelevanz von Kreisläufen zu Kühl- und Heizzwecken in der Schweiz: Übersicht über Systeme und Stoffe.

⁸⁷ Voir <https://vsa.abacuscity.ch/img/~490/13/04.pdf?xet=1459350993000> [7.2.2020]

⁸⁸ Einleitung von Abwässern der chemischen Industrie in Gewässer und in die öffentliche Kanalisation Herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, 2001. https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/wasser/uv-umwelt-vollzug/einleitung_von_abwaesernderchemischenindustriewaeserundind.pdf.download.pdf/einleitung_von_abwaesernderchemischenindustriewaeserundind.pdf [6.2.2020]

⁸⁹ VSA (2021). Verfahren zur betrieblichen Abwasserbehandlung: Verfahrensübersicht, Effizienz und Optimierungspotential.

et la transformation de produits alimentaires, les blanchisseries, les métiers de la peinture, l'automobile et les transports.

Néanmoins, il existe aussi des exemples d'entreprises qui abordent la question des micropolluants de manière exemplaire. De telles entreprises contrôlent continuellement leur gestion des eaux usées et le prétraitement des eaux, qu'elles adaptent au besoin. Cette gestion et le prétraitement ciblent donc de plus en plus l'élimination des micropolluants (**Tableau 4**).

Selon les estimations des expertes et des experts, certaines petites et moyennes entreprises utilisent un processus d'élimination de micropolluants (**Tableau 4**) : ainsi, dans le traitement de surfaces métalliques, où des évaporateurs sont en partie utilisés afin de réduire les quantités d'eaux usées produites, ou lors du traitement de déchets spéciaux liquides et organiques (p. ex. par oxydation avec un processus de Fenton ou du peroxyde d'hydrogène).

La gestion et le processus de prétraitement des eaux usées d'exploitation jouent un rôle central dans la réduction des déversements de substances dans les milieux aquatiques. Dans de nombreuses entreprises les connaissances sur les micropolluants pertinents pour les eaux usées industrielles font néanmoins défaut. La gestion des eaux usées vise les paramètres « classiques » selon l'annexe 3.2 OEaux. Mais il existe aussi des d'entreprises qui optimisent constamment leur gestion des eaux usées et visent de plus en plus les micropolluants. Dans ces entreprises, le déversement de substances dans les eaux recule nettement.

Tableau 4 : Vue d'ensemble des installations de prétraitement des eaux usées utilisées couramment dans les secteurs de l'industrie et de l'artisanat en Suisse et évaluation de leur efficacité contre les micropolluants. Les processus de prétraitement conventionnels ne sont pas appropriés pour l'élimination des micropolluants.

Secteurs d'activités	Processus courants de prétraitement des eaux usées	Évaluation de l'efficacité pour l'élimination des micropolluants
Traitement physico-chimique des déchets spéciaux liquides	Déchets inorganiques : neutralisation, séparateur d'huile, précipitation/floculation, filtration ; parfois, traitements oxydatifs (au moyen de peroxyde, de Javel) et charbon actif Déchets organiques : processus par oxydation (p. ex. Fenton) ; parfois, l'évaporation	Les procédés au charbon actif ou par oxydation (Fenton, peroxyde) et l'évaporation sont efficaces en matière de micropolluants. Tous les autres processus (p. ex. neutralisation, précipitation/floculation) sont peu efficaces.
Industrie chimique et pharmaceutique (production et transformation)	Divers processus appliqués : neutralisation, séparation par floculation, séparateur de graisses, autres processus avancés (charbon actif, processus par oxydation, évaporation, incinération, nanofiltration)	Les processus avancés comme le charbon actif, le processus par oxydation, l'évaporation, l'incinération, la nanofiltration sont efficaces. Les autres processus sont peu efficaces.
Traitement de surfaces métalliques/galvanisation	Installations de prétraitement complexes : neutralisation, précipitation/floculation (dissociation de complexes), bassins de décantation, oxydation de cyanure (Javel), réduction du chromate (bisulfite), élimination des nitrites (acide amidosulfonique), parfois évaporation, échangeur d'ions	Les processus utilisés couramment, sauf l'évaporation, sont peu efficaces. Une certaine élimination peut être attendue lors de l'oxydation de cyanure (une oxydation avec UV/H ₂ O ₂ permet d'éviter la formation d'AOX ⁹⁰).
Fabrication et transformation de produits alimentaires	Neutralisation/bassin de compensation, bassin de décantation/rétention des matières solides, flottation, séparateur de graisses/d'amidon, traitement biologique (aérobie, anaérobie) pour les grandes entreprises	Les processus utilisés couramment sont peu efficaces en matière de micropolluants.
Blanchisseries	Bassin de compensation, neutralisation (dans les grandes entreprises), séparation des matières solides	Les processus utilisés couramment sont peu efficaces pour la réduction de micropolluants.
Métiers de la peinture	Bassin de décantation, floculation/compacteur de boues (lors du décapage), séparation par floculation (dans les entreprises qui nettoient des appareils et pinceaux).	Les processus couramment utilisés sont peu efficaces en matière de réduction des micropolluants.

⁹⁰ AOX = halogènes organiques adsorbables

Automobile et transports

Décanteur, séparateur d'huiles minérales, séparateur par floculation (également élimination biologique des hydrocarbures).

Les processus utilisés couramment sont peu efficaces en matière de micropolluants.

4.5 Regard approfondi sur les secteurs d'activités et processus pertinents pour les eaux usées

Les secteurs d'activités prioritaires et autres secteurs pertinents du point de vue des eaux usées sont regardés de plus près dans ce qui suit **Error! Reference source not found.** Les secteurs d'activités et processus d'importance nationale sont différenciés de ceux d'importance locale. Les branches d'activités avec beaucoup d'entreprises sont « d'importance nationale », tandis que les celles considérées « d'importance locale » ne sont plus que représentées par quelques entreprises seulement.

L'eau usée est souvent produite lors de processus de nettoyage et de désinfection dans les entreprises. La composition des substances des eaux usées industrielles est par contre dépendante des activités entrepreneuriales et peut fortement varier d'une entreprise à l'autre, aussi au sein du même secteur d'activités.

Les exposés par branche suivants se basent sur des estimations d'expertes et d'experts en particulier. Un récapitulatif semblable à une fiche de renseignements se trouve en annexe A6. Une vue d'ensemble des substances utilisées par secteur d'activités est compilée en annexe A7.

4.5.1 Secteurs d'activités et processus pertinents à l'échelle nationale

- **Traitement physico-chimique des déchets spéciaux liquides**

Le traitement physico-chimique des déchets spéciaux liquides est effectué par quelques petites à moyennes entreprises ; plus d'entreprises de ce domaine traitent des émulsions et des déchets contenant des huiles. Après le traitement physico-chimique des déchets, les eaux usées sont émises de manière intermittente et s'écoulent dans les eaux en passant par la STEP centrale. La diversité des substances et la variation de la composition des eaux usées sont très élevées en raison du grand nombre d'entreprises livrant des eaux usées et issus de secteurs d'activités divers (p. ex. traitement de surfaces métalliques/galvanisation, finissage de textiles, industrie chimique et pharmaceutique) et parce que la composition des substances est en grande partie inconnue. Les processus couramment utilisés pour le prétraitement d'eau usée n'éliminent pas ou seulement en partie les micropolluants, sauf lors du traitement de déchets spéciaux par des procédés par oxydation (procédé de Fenton, peroxyde d'hydrogène) ou avec du charbon actif.

Secteurs d'activités	Activités	Processus pertinents pour les eaux usées	Exemples de substances isolées/groupes de substances potentiellement pertinents
Traitement physico-chimique des déchets spéciaux liquides	Traitement physico-chimique	Production d'eaux usées lors du traitement des déchets spéciaux	Très grand spectre de substances (selon l'origine)

- **Production et transformation de produits chimiques et pharmaceutiques**

La production et transformation de produits chimiques et pharmaceutiques concernent plusieurs centaines de PME et quelques grandes entreprises. Parmi ces produits, citons les produits phytosanitaires, les médicaments, les additifs alimentaires, les produits de lavage et nettoyage et les désinfectants. Les eaux usées d'exploitation sont entre autres produites lors du nettoyage des installations, de la préparation de mélanges réactionnels (p. ex. d'extractions aqueuses)⁹¹ ou en cas d'arrêts de sites et arrivent en général de manière intermittente. Dans la plupart des cas, les eaux usées s'écoulent dans les eaux en passant par la STEP centrale. Quelques grands parcs chimiques disposent de leur propre STEP industrielle, avec en règle générale une part d'eau usée communale. De nombreuses entreprises produisent en qualité de sous-traitantes et exécutent à ce titre des campagnes de production changeantes. D'autres fabriquent le même produit sur une longue période, p. ex. un médicament phare. La composition des eaux usées est donc très variable et le spectre de substances très large. Différents processus sont utilisés pour le prétraitement des eaux usées en fonction de ses composants. Des processus avancés comme le charbon actif ou l'oxydation (par un processus de Fenton p.ex.) éliminent une multitude de micropolluants. Des substances issues de telles entreprises ont pu être décelées de façon répétée dans les effluents de STEP et dans les eaux (voir chap. 3). Il s'agit ici de produits de fabrication tels que des médicaments (p. ex. tizanidine), des substances de base (p. ex. acide paratoluènesulfonique), des produits intermédiaires, dérivés et de transformation (p. ex. métalaxyl-métabolite, tétracarbonitrilpropène) ou des solvants (p.ex. 1,4-dioxane, toluène).

Secteurs d'activités	Activités	Processus pertinents pour les eaux usées	Exemples de substances isolées/groupes de substances potentiellement pertinents
Industrie chimique et pharmaceutique (production et transformation)	Production et transformation de substances/produits	Nettoyage des installations Préparation de mélanges réactionnels Arrêts de sites	Substances de base, produits, solvants, produits intermédiaires, dérivés et de transformation, etc.

- **Traitement de surfaces métalliques/galvanisation**

Le traitement de surfaces métalliques est l'affaire de quelques centaines de petites et moyennes entreprises. Celles-ci sont souvent les fournisseuses d'entreprises spécialisées dans la fabrication d'instruments de précision, la construction mécanique, l'électrotechnique, la construction métallique et l'industrie horlogère. Le traitement mécanique (p. ex. usinage, polissage), le traitement de surface (p. ex. dégraissage / nettoyage, décapage mécanique et chimique) et le revêtement de surface (p. ex. phosphatation, anodisation, galvanisation) sont des activités particulièrement pertinentes pour les eaux usées. Ces dernières sont produites pendant le rinçage, le nettoyage et le dégraissage de pièces métalliques, machines, outils et installations (postes de travail) ainsi que lors du changement des bains de traitement. Les eaux usées sont émises de manière intermittente et acheminées vers la STEP après un prétraitement. Les produits utilisés contiennent de nombreuses substances adaptées les unes aux autres, et les entreprises utilisent souvent des formules sur mesure qui ne changent pas fréquemment. Les entreprises dont la production est constante présentent une composition d'eaux usées également constante. À l'inverse, la composition des eaux usées est alors variable dans les entreprises qui changent d'activité de production (p. ex. les entreprises sous-traitantes) ou lorsque les processus sont multiples et exécutés en parallèle. Les

⁹¹ Einleitung von Abwässern der chemischen Industrie in Gewässer und in die öffentliche Kanalisation. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Berne, 2001. https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/wasser/uv-umwelt-vollzug/einleitung_von_abwaessern-der-chemischen-industrie-ingewaesser-und-ind.pdf.download.pdf/einleitung_von_abwaessern-der-chemischen-industrie-ingewaesser-und-ind.pdf [6.2.2020]

substances suivantes sont alors utilisées p.ex. : additifs dans les bains de traitement (p. ex. anti-corrosifs, agents complexants, lustrant, stabilisateurs), lubrifiants réfrigérants (peuvent être biocides et aminés) ou détergents (p. ex. tensioactifs fluorés). Les processus couramment utilisés pour le prétraitement des eaux usées, comme la neutralisation, la précipitation/floculation ou la détoxification chrome/cyanure n'éliminent pas les micropolluants. Dans un cas, des charges élevées d'agents tensioactifs perfluorés (PFBS, PFOS) en sortie de STEP ont pu être imputées à une entreprise (voir chapitre 3).

Secteurs d'activités	Activités	Processus pertinents pour les eaux usées	Exemples de substances isolées/groupes de substances potentiellement pertinents
Traitement de surfaces métalliques/galvanisation	Traitement/revêtement de surface et dégraissage Transformation mécanique	Rinçage après traitement de surface Nettoyage et dégraissage des pièces métalliques, machines, outils et installations Changement des bains de traitement	Additifs utilisés dans les bains comme les produits lustrants, les tensioactifs fluorés

- **Fabrication et transformation de produits alimentaires**

Quelques milliers de PME et quelques grandes entreprises transforment des denrées alimentaires telles que des fruits, légumes, poisson ou viande, ou fabriquent des produits alimentaires comme des pâtisseries ou produits laitiers. Les eaux usées d'exploitation sont principalement produites lors du nettoyage et de la désinfection des installations et récipients, et lors du lavage des denrées alimentaires (p. ex. fruits et légumes). Elles peuvent donc être produites aussi bien de manière intermittente que continue. Pour certains produits, par exemple le traitement des légumes et fruits, la production est conditionnée aux saisons. La plupart des entreprises acheminent leurs eaux usées d'exploitation vers une STEP centrale. Certaines grandes entreprises exploitent leur propre STEP et acheminent les eaux usées directement dans les milieux aquatiques après un traitement interne. Les processus de nettoyage et de désinfection sont généralement standardisés, basés sur des plans sanitaires individuels. Comme ceux-ci changent très rarement, la composition des eaux usées est plutôt constante, à l'exception des campagnes de production saisonnières. La neutralisation, le séparateur de graisse et le processus de traitement biologique constituent les processus utilisés couramment pour le prétraitement des eaux usées. Les processus biologiques n'ont pas d'effet à large spectre en matière de micropolluants⁹². Il existe des exemples d'effluents de STEP contenant des charges élevées d'édulcorants (acésulfame, sucralose). Il n'a toutefois pas été possible de les attribuer clairement à une source d'exploitation.

Secteurs d'activités	Activités	Processus pertinents pour les eaux usées	Exemples de substances isolées/groupes de substances potentiellement pertinents
Fabrication et transformation de produits alimentaires	Production et transformation de substances/produits	Nettoyage et désinfection des installations et récipients Lavage d'aliments	Produits de nettoyage et de désinfection

⁹² P. Falås, A. Wick, S. Castronovo, J. Habermacher, T. Ternes, A. Joss (2016): Tracing the limits of organic micropollutant removal in biological wastewater treatment. *Water Research*, 95, 240–249.

- **Blanchisseries**

Les petites et moyennes entreprises spécialisées dans le nettoyage de tous les types de textiles sont nombreuses. Elles produisent des eaux usées d'exploitation intermittentes, qui parviennent dans les eaux par les STEP centrales. En fonction du type de linge ou de son degré de salissure, divers produits de nettoyage et de désinfection sont employés. Toutefois, leur composition de base n'est pas foncièrement différente. On peut donc partir du principe que la variation de la composition des eaux usées est plutôt faible. Les processus couramment utilisés pour le prétraitement des eaux usées sont la neutralisation et la séparation des matières solides. Ceux-ci n'éliminent pas les micropolluants. La STEP centrale éliminent en particulier les produits de nettoyage et de désinfection facilement dégradables et adsorbants.

Secteurs d'activités	Activités	Processus pertinents pour les eaux usées	Exemples de substances isolées/groupes de substances potentiellement pertinents
Blanchisseries	Nettoyage de tous les types de textiles	Nettoyage, lavage, désinfection du linge	Produits de lavage, nettoyage et désinfection

- **Métiers de la peinture**

Plusieurs milliers d'entreprises, pour certaines très petites, et quelques moyennes entreprises exécutent des travaux de peinture et de décapage. Les travaux de peinture sont effectués généralement sur les chantiers, des bâtiments existants ou à l'intérieur de ceux-ci, tandis que les travaux de décapage sont exécutés dans des entreprises spécialisées. Les travaux de peinture produisent des eaux usées par intermittence lors du nettoyage des outils (p. ex. les pinces) et sont déversées vers une STEP centrale. Les travaux de décapage ne produisent plus ou presque plus d'eaux usées de nos jours. Les produits utilisés comme les détergents, peintures et laques varient souvent en fonction du prix et du contrat. Les additifs suivants peuvent être contenus dans les produits utilisés : fongicides, algicides, biocides, pigments, diluants et des métaux lourds. Les processus couramment utilisés pour le prétraitement des eaux usées (bassin de décantation, séparation par floculation) n'éliminent pas ou seulement en partie ces micropolluants.

Secteurs d'activités	Activités	Processus pertinents pour les eaux usées	Exemples de substances isolées/groupes de substances potentiellement pertinents
Métiers de la peinture	Traitement/revêtement de surface	Nettoyage des outils, des ateliers	Biocides, solvants, tensioactifs

- **Automobile et transports**

Plusieurs milliers de très petites entreprises, de nombreuses moyennes et quelques grandes entreprises exécutent divers travaux de maintenance sur les moyens de transport : garages automobiles, stations essence, stations de lavage de voitures et de pneus, entreprises de transports en bus, trams et trains, les entreprises avec de grandes flottes de véhicules. Les eaux usées sont alors produites pendant le nettoyage des moyens de locomotion (p. ex. installations de lavage, lavage des moteurs, nettoyage des jantes ou châssis) et des outils (p. ex. lors de la peinture automobile). Les eaux usées sont produites par intermittence et acheminées jusqu'à la STEP centrale. La composition des produits utilisés, comme les produits de lavage et de nettoyage, varie souvent selon les gammes de prix. Les produits utilisés peuvent contenir des additifs tels que des tensioactifs, des détergents pour éliminer les insectes et des produits antigel. De plus, des substances issues

des moyens de transport, comme des carburants, hydrocarbures, huiles minérales ou métaux, parviennent dans les eaux usées. Les processus couramment utilisés pour le prétraitement des eaux usées (bassin de décantation, installation de séparation) n'éliminent pas ou seulement en partie les micropolluants.

Secteurs d'activités	Activités	Processus pertinents pour les eaux usées	Exemples de substances isolées/groupes de substances potentiellement pertinents
Automobile et transports	Divers travaux de maintenance sur les moyens de transport	Nettoyage des moyens de transport et des outils	Produits de lavage et nettoyage, biocides, lustrant, anticorrosifs

- **Processus de refroidissement**

Les processus de refroidissement sont largement utilisés dans tous les secteurs d'activités, même dans ceux qui ne sont pas décrits plus précisément dans ce rapport, p. ex. les salles de serveurs des technologies de l'information (secteur informatique). Les eaux usées sont généralement produites par les circuits de refroidissement ouverts, par la vidange des circuits de refroidissement semi-ouverts, le nettoyage périodique de composants d'installations (p. ex. crépines d'aspiration) et le remplacement de l'eau de refroidissement dans les circuits de refroidissement secondaires. Des additifs sont parfois ajoutés aux circuits de refroidissement, comme des biocides ou des anticorrosifs (triazoles). L'utilisation de substances biocides actives doit être autorisée expressément par l'autorité qui détermine dans le même temps les exigences relatives au déversement de ces substances. Les substances utilisées dans ces processus sont contrôlables et peu variables⁹³. L'eau de refroidissement peut également être polluée dans les circuits de refroidissement primaires par des substances issues de la production, lorsque des conduites ou échangeurs de chaleur ne sont pas étanches.

Secteurs d'activités	Activités	Processus pertinents pour les eaux usées	Exemples de substances isolées/groupes de substances potentiellement pertinents
Processus de refroidissement	Refroidissement	Circuits ouverts, eaux de purge, nettoyage des installations	Biocides, anticorrosifs (triazoles)

- **Processus de chauffage (production de vapeur)**

Les circuits de chauffage (production de vapeur) sont utilisés dans différents secteurs. Les eaux usées sont générées lors de l'évacuation du condensat et du nettoyage de la chaudière. On ajoute à ces circuits des additifs comme des pièges à oxygène résiduel (substances aminées comme la cyclohexylamine ou l'hélamine), des anticorrosifs ou des agents antimoussants. Les substances utilisées dans ces processus sont contrôlables et peu variables⁹⁴.

⁹³ Envirochemie et al., 2020. Abwasserrelevanz von Kreisläufen zu Kühl- und Heizzwecken in der Schweiz: Übersicht über Systeme und Stoffe.

⁹⁴ Ibid.

Secteurs d'activités	Activités	Processus pertinents pour les eaux usées	Exemples de substances isolées/groupes de substances potentiellement pertinents
Processus de chauffage	Mise à disposition de chaleur	Évacuation des condensats, nettoyage des chaudières	Substances aminées, anticorrosifs, anti-moussants

4.5.2 Secteurs d'activités et processus pertinents à l'échelle locale

Les secteurs d'activités et processus suivants sont peu fréquents en Suisse, mais des apports de substances dans les milieux aquatiques ne sont pas exclus de ces provenances.

- **Finissage de textiles**

Quelques moyennes entreprises sont spécialisées dans le finissage de textiles, tel que la coloration, l'impression ou l'enduction. Des eaux usées d'exploitation sont produites par intermittence au moment du nettoyage, désencollage et lavage entre chaque étape de finissage. Elles sont acheminées dans les milieux aquatiques par la STEP centrale. En Suisse, nombre de ces entreprises exécutent des campagnes contractuelles. La composition des eaux usées est donc très variable. Différentes substances sont employées selon l'étape de finissage (colorants, insecticides, composés polyfluorés ou encore agents ignifuges polybromés). Les processus couramment utilisés pour le prétraitement des eaux usées comme la neutralisation, la précipitation/floculation ou le traitement biologique n'éliminent pas, ou en partie seulement, les micropolluants.

Secteurs d'activités	Activités	Processus pertinents pour les eaux usées	Exemples de substances isolées/groupes de substances potentiellement pertinents
Finissage de textiles	Finissage de textiles (coloration, impression, enduction entre autres)	Désencollage, lavage	Colorants, insecticides, composés polyfluorés agents ignifuges polybromés

- **Aquaculture**

Les espèces aquatiques comme la truite, le saumon ou la crevette, par exemple, sont élevées en aquaculture⁹⁵. Les piscicultures sont souvent des installations « classiques » alimentées en continu. Elles disposent pour la plupart d'un système de séparation des matières solides (p. ex. filtre à tambour tamiseur, clarificateur à lamelles). Le débit d'eau de ces installations est très élevé et l'eau qui en ressort est directement déversée dans les eaux après être passée dans le dispositif de séparation des matières solides. Pour les installations en circuit fermé, les eaux usées sont généralement traitées biologiquement avant d'être déversées dans les milieux aquatiques. Des produits de nettoyage, de désinfection et des médicaments peuvent se trouver dans les eaux usées, entre autres produites lors du nettoyage et de la désinfection des installations.

⁹⁵ Quelle: VSA (2021). Leitfaden TEIL 1: Anforderungen für die Einleitung/Verwertung von Ablaufwasser und die Verwertung von Schlamm Leitfaden / VSA (2021). TEIL 2: Stand der Technik zur internen und nachgeschalteten Wasser- und Schlammaufbereitung in Aquakulturanlagen.

Secteurs d'activités	Activités	Processus pertinents pour les eaux usées	Exemples de substances isolées/groupes de substances potentiellement pertinents
Aquaculture	Elevage d'espèces aquatiques	Installations en circuit ouvert, nettoyage des installations	Produits de nettoyage et de désinfection, médicaments

- **Fabrication et transformation du papier et du carton**

En Suisse, il ne reste que quelques entreprises qui produisent ou transforment le papier et le carton. Les eaux usées issues de l'eau de traitement comme l'eau des tamis ou des presses peuvent contenir des encres d'impression, des agents complexants, de la colle, des additifs ou des biocides. Les processus utilisés couramment pour le prétraitement des eaux usées comme la précipitation/floculation, la flottation, le bassin de décantation ou le traitement biologique n'éliminent pas, ou en partie seulement, les micropolluants.

Secteurs d'activités	Activités	Processus pertinents pour les eaux usées	Exemples de substances isolées/groupes de substances potentiellement pertinents
Fabrication/transformation du papier et du carton	Fabrication/transformation du papier et du carton	Eaux usées de processus	Encres d'impression, agents complexants, colle, biocides

4.5.3 Autres secteurs d'activités et processus avec des substances dans les eaux usées d'exploitation

Les autres secteurs d'activités et processus en Suisse qui présentent des eaux usées d'exploitation pouvant contenir des micropolluants sont (liste non exhaustive) : les centrales à béton (de plus en plus sans eaux usées), les installations de compostage et de méthanisation, la production/le traitement de produits en plastique, les imprimeries (de plus en plus sans eaux usées), la purification des émissions d'air, le traitement du bois, les raffineries de pétrole, la fabrication d'explosifs ou la production de tabac.

5 CONCLUSIONS

Les conclusions suivantes peuvent être tirées de la présente analyse :

- **Des micropolluants parviennent dans les eaux par le biais des eaux usées épurées de l'industrie et l'artisanat – une vue d'ensemble nationale manque**

Des substances de base, des produits intermédiaires, des produits dérivés et de transformation, des substances actives et des composés inconnus font partie de ces micropolluants. Des exemples montrent que les quantités de substances rejetées peuvent atteindre plusieurs kilogrammes par jour. Les résultats d'analyses montrent également la présence de substances pouvant agir potentiellement sur l'écologie des eaux (p. ex. le diuron), qui dépassent localement les critères de qualité environnementaux, et de substances facilement solubles dans l'eau et difficilement dégradables qui s'infiltrent jusque dans les ressources d'eau potable (p. ex. le 1,4-dioxane, l'éthylidiméthylcarbamate). Différentes substances issues de déversements industriels sont ainsi présentes le long de cours d'eau et l'effet de ces mélanges de composés n'est pas connu. Les exemples montrent qu'un besoin d'agir de manière ponctuelle chez les entreprises existe. Une appréciation du risque des déversements de substance de l'industrie et artisanat au niveau suisse n'est néanmoins pas possible pour le moment en raison des données actuellement disponibles. En effet, une surveillance systématique des micropolluants de l'industrie et artisanat fait à ce jour défaut dans la plupart des eaux industrielles, ainsi que dans les milieux aquatiques (avec l'exception de la station de mesure du Rhin vers Bâle).

- **Des branches d'activités et processus pertinents identifiés**

Des milliers d'entreprises générant des eaux usées se trouvent en Suisse. Il en existe des grandes et complexes qui déversent directement ou indirectement, ainsi que des petites et moyennes entreprises (PME), déversant indirectement, avec des processus similaires. Toutes utilisent de nombreux produits et substances, qui entrent souvent en contact avec de l'eau dans les processus de lavage, nettoyage ou désinfection et arrivent ainsi dans les eaux usées d'exploitation. L'accent est souvent mis sur la fonction du produit sans connaître les composants individuels. De plus, leur composition en substances change fréquemment. Sur la base de résultats d'analyse de substances connues et d'estimations d'expertes et d'experts, les secteurs d'activités et processus suivants peuvent être priorisés (par ordre croissant selon le nombre d'entreprises en Suisse) :

- ✓ traitement physico-chimique des déchets spéciaux liquides,
- ✓ industrie chimique et pharmaceutique (synthèses et transformation),
- ✓ traitement de surfaces métalliques/galvanisation,
- ✓ fabrication et transformation de produits alimentaires,
- ✓ blanchisseries,
- ✓ métiers de la peinture,
- ✓ automobile et transports,
- ✓ processus de refroidissement et de chauffage (utilisés dans tous les secteurs d'activités).

Pour certaines activités peu fréquentes en Suisse, l'apport de substances dans les milieux aquatiques n'est pas non plus exclu. Citons par exemple : le finissage de textiles, la fabrication du tabac, le traitement de substances explosives, la fabrication de papier/carton.

- **De nos jours, l'application du droit fonctionne bien pour les substances avec des exigences numériques – les micropolluants sont un grand défi pour celui-ci.**

L'exécution fonctionne bien pour les substances et paramètres connus avec des prescriptions claires, par exemple les exigences générales et particulières de l'annexe 3.2 OEaux. La contamination des eaux par de telles substances a ainsi reculé sensiblement, car les entreprises ont introduit les mesures prescrites (p.ex. adaptation du prétraitement industriel des eaux usées) et les a surveillées de manière ciblée. La législation a contribué dans de tels cas à une réduction claire de la pollution aquatique. Il n'existe quasiment pas de valeurs de déversement spécifiques par substance pour les micropolluants issus de l'industrie et artisanat dans l'OEaux, ce qui pose de grands défis pour l'exécution – car l'attribution est faite au cas par cas. L'analyse de la situation montre néanmoins clairement que les entreprises elles-mêmes, ainsi que les autorités, sont souvent limitées dans le recensement et l'évaluation des micropolluants contenues dans les eaux usées industrielles.

6 PERSPECTIVES

Les travaux complémentaires suivants peuvent être tirés de la présente analyse:

- **Elaboration d'une vue d'ensemble sur les micropolluants pertinents pour les eaux usées pour les secteurs d'activités et processus priorités**

Le VSA élabore une vue d'ensemble des micropolluants pertinents pour les eaux usées par secteur d'activités, en coopération avec des expertes et experts et les parties concernées, pour les secteurs d'activités et les processus priorités dans la présente analyse de situation. Elle procède par secteur et cible en particulier les petites et moyennes entreprises (PME) qui exécutent des processus similaires. Pour ce faire, elle utilise les informations fournies par les différents secteurs d'activités et processus, ainsi que des producteurs de produits, et les complète de manière ciblée par des campagnes de mesure d'eaux usées et de milieux aquatiques. De tels projets sont déjà en cours (voir ⁹⁶). Des listes de substances priorités selon leur pertinence sont élaborées dans ces travaux. Les composés spécialement problématiques et/ou les substances et processus communs à des secteurs d'activités peuvent ainsi être identifiés et, respectivement, le besoin d'agir en être dérivé. Les connaissances tirées de ces projets sont intégrées dans les guides et aide-mémoires du CC industrie & artisanat du VSA. Une diffusion par secteur d'activités et au niveau suisse des connaissances sur les micropolluants pertinents et les mesures possibles à prendre selon l'état de la technique a ainsi lieu.

- **Développement d'aides à la gestion des micropolluants afin de soutenir l'application de la loi**

Le VSA développe des marches à suivre pour soutenir les autorités et les entreprises afin d'identifier, évaluer et prioriser les micropolluants. Des exemples d'outils possibles sont : (i) un contrôle de la gestion de l'eau usée pour évaluer grossièrement si une entreprise déverse des substances problématiques, (ii) un guide pour prioriser les effluents et composés d'eaux usées critiques et la définition de valeurs de rejet, (iii) un aperçu sur les processus de traitement des eaux usées de l'entreprise et leur efficacité pour des substances individuelles, ainsi qu'un (iv) développement ciblé et l'application de méthodes prometteuses pour l'évaluation et la priorisation des eaux usées des entreprises. De tels projets ont déjà commencé (voir ⁹⁷). Ces outils soutiennent les autorités et entreprises lors de l'identification des micropolluants pertinents pour les eaux usées, de la définition des conditions à remplir et des mesures nécessaires à prendre dans l'entreprise.

- **Rendre les connaissances gagnées connues et définition des prochaines actions nécessaires**

Les connaissances tirées des activités susmentionnées sont reprises dans les offres de formation et de formation continue du personnel compétent dans le secteur de la protection de l'environnement dans les entreprises et pour les autorités d'exécution. L'échange sur les expériences au niveau national et international et le dialogue entre les autorités et les branches d'activités pertinentes sont primordiaux pour examiner de futurs travaux pertinents et discuter de la marche à suivre. Ainsi, il faut par exemple examiner un ajout aux règles de loi actuelles si les activités citées plus haut montrent qu'il existe un besoin d'agir concret (p.ex. si des rejets de substances problématiques largement répandus ont été détectés).

⁹⁶ Élaboration d'une vue d'ensemble sur les systèmes et substances pertinents pour les eaux usées pour les processus de refroidissement et de chauffage / Campagnes de mesure chez de petites et grandes entreprises galéniques de la branche pharmaceutique, ainsi que chez des entreprises de traitement de surfaces métalliques / galvanisation et traitement physico-chimique des déchets spéciaux liquides.

⁹⁷ Développement d'un test de dégradation reproductible et efficace au niveau temporel (projet dirigé par la FHNW), développement d'un concept d'analyse pour évaluer les eaux industrielles à l'aide de biotests (projet dirigé par la FHNW), des mesures continues avec « MS2field » dans les effluents de STEP pour déterminer les dynamiques temporelles de rejets de substances (projet dirigé par l'EAWAG).

7 ANNEXE

A1. Offres de formation continue et de perfectionnement disponibles dans le domaine de la protection des eaux industrielles

Association / institution	Offre de formation continue et de perfectionnement
Association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA)	<ul style="list-style-type: none"> • F1 : Exploitation et entretien d'installations de prétraitement des eaux usées, en collaboration avec FTST, UPSA, eco swiss (cours donné en allemand uniquement) • F2 : Exploitation et maintenance d'installations d'épuration des eaux usées complexes, en collaboration avec FTST et eco swiss (cours donné en allemand uniquement) • Déchets industriels • Eaux usées industrielles • Évacuation des eaux des biens-fonds dans l'industrie et l'artisanat (cours donné en allemand uniquement) • Gestion sûre de substances pouvant polluer les eaux (cours donné en allemand uniquement)
scienceIndustries : Association des Industries Chimie Pharma Life Sciences	• -
Union suisse de l'industrie des vernis et peintures (USVP)	• Offres d'apprentissage
Association suisse des cosmétiques et des détergents (SKW)	• -
Organisation de l'économie suisse pour la protection de l'environnement, la sécurité et la santé au travail (eco swiss)	• Colloque sur la « Protection de l'environnement en entreprise » (différents secteurs sont représentés, p. ex. ScienceIndustries, Swiss Textiles, UPSA)
Association suisse des exploitants d'installations de traitement des déchets (ASED)	• -
Fondation suisse pour les traitements de surface (FSTS)	• Offres d'apprentissage
Swissmem	• Cours de base pour préposés à l'environnement (également suivi par d'autres branches)
Fédération des industries alimentaires suisses (FIAL)	• -
Association suisse des entreprises d'entretien des textiles (ASET)	• Offres d'apprentissage

Union professionnelle suisse de l'automobile (UPSA)	<ul style="list-style-type: none"> • Offres d'apprentissage
Association suisse des entrepreneurs plâtriers-peintres (ASEPP)	<ul style="list-style-type: none"> • Offres d'apprentissage
Swiss Textiles	<ul style="list-style-type: none"> • -
EcoServe	<ul style="list-style-type: none"> • Offres dans les domaines des produits chimiques, déchets spéciaux, marchandises dangereuses et de l'élimination (en allemand)
Schweizerische Vereinigung für Gesundheitsschutz und Umwelttechnik (SVG)	<ul style="list-style-type: none"> • Offres de formation dans le domaine de la protection de l'environnement et des eaux (axées sur les citernes et les produits chimiques pour piscines)

A2. Documents cantonaux portant sur les différents secteurs

Situation au mois de juillet 2020 (cet aperçu réunit une sélection de documents et n'est pas exhaustif)

Traitement des métaux : notices d'information cantonales

Canton	Document	Année
NE	Usinage des métaux et activités assimilées	2012

Fabrication et transformation de denrées alimentaires et de boissons : aide-mémoires / guides intercantonaux

Canton	Document	Année
BE, SO, BS, BL, AG, JU	Prescriptions en matière de protection des eaux et de gestion des déchets dans les boucheries et abattoirs	2006
LU, UR, SZ, OW, NW, ZG	Umweltschutz in Fleisch verarbeitenden Betrieben (en allemand)	2007
LU, UR, SZ, OW, NW, ZG, AG	Umweltschutz in Milchverarbeitungsbetrieben (en allemand)	2009
ZH, LU, UR, SZ, NW, GL, ZG, SO, BS, BL, SH, AR, AI, SG, GR, TG, TI, VS, NE, GE, JU	Desinfektionsmittel in Industrie und Gewerbe (en allemand)	2016
ZH, BE, LU, NW, ZG, FR, SO, BS, BL, SH, SG, GR, AG, TG, TI, VD, NE, GE, JU	Merkblatt: Abwasser aus Gemüse verarbeitenden Betrieben (en allemand)	2017
ZH, BE, LU, NW, ZG, FR, SO, BS, BL, SH, SG, GR, AG, TG, TI, VD, NE, GE, JU	Leitfaden: Abwasser aus Gemüse verarbeitenden Betrieben (en allemand)	2017

Fabrication et transformation de denrées alimentaires et de boissons : aide-mémoires cantonaux

Canton	Document	Année
BE	Prescriptions en matière de protection des eaux et de gestion des déchets pour les microbrasseries	2020
BE	Prescriptions en matière de protection des eaux et de gestion des déchets pour les entreprises de préparation et de transformation de fruits et légumes	2020

BE	Prescriptions générales en matière de protection des eaux applicables aux fromageries	2020
NW	Merkblatt: Fettabscheider-Anlagen (en allemand)	2013
FR	Aide à l'exécution : évacuation et traitement des eaux résiduaires des laiteries-fromageries	2017
FR	Évacuation et traitement des eaux résiduaires des cuisines professionnelles	2017
SH	Entsorgung von Abwasser und Abfällen aus Schlachtbetrieben und Metzgereien (en allemand)	2018
GR	Merkblatt: Umweltvorschriften für Milchverarbeitungsbetriebe/Käsereien (en allemand)	2009
GR	Merkblatt über die Behandlung und Entsorgung von Rückständen, tierischen Nebenprodukten und Abwasser aus Schlachtbetrieben und Metzgereien (en allemand)	2005
AG, BL, BS, BE, JU, SO	Abfall- und Gewässerschutzvorschriften für Schlachtbetriebe und Metzgereien (en allemand)	2017
TG	Einwohnergleichwerte Käsereien (en allemand)	2015
TG	Einwohnergleichwerte Metzgereien (en allemand)	2016
TG	Merkblatt: Milchverarbeitende Betriebe: Umgang mit Abwasser und Chemikalien (en allemand)	2015
VD	Gestion des eaux et des déchets dans les fromageries	2012
VD	Gestion des effluents vinicoles	2012
VS	Recommandation à l'attention des vignerons et encaveurs, évacuation des eaux usées vinicoles	2011
VS	Protection des eaux applicable aux fromageries - Élimination du petit-lait	2006
AG	Entsorgung von Speise- und Rüstabfällen	2016

Métiers de la peinture : aide-mémoires cantonaux

Canton	Document	Année
LU, OW, NW, UR, SZ, ZG, ZH, AI, AR, GL, BE, SG, GR, TG, VS, FR, JU, NE, VS	Abwasser, Abfälle und Emissionen im Malereigewerbe (en allemand)	2015
ZH	Minimalanforderungen an Malerbetriebe (en allemand)	2008
BE	Handbuch für Betriebskontrollen im Maler- und Gipsergewerbe des Kantons Bern, Anhang 1 (en allemand)	
BE	Annexe du canton de Berne «Effluents, déchets et émissions dans le secteur de la peinture»	2020

AG	Merkblatt: Umweltschutz für farbverarbeitende Betriebe (en allemand)	2008
TI	Guida smaltimento di acque e rifiuti speciali per imprese di pittura (en italien)	1995
NE	Aide-mémoire : peinture et environnement	2017

Automobile et transports : aide-mémoires et guides intercantonaux

Canton	Document	Année
AI, AR, AG, BS, BL, BE, FR, GE, GL, GR, JU, LU, NE, NW, OW, SG, SH, SZ, SO, TI, TG, UR, VD, VS, ZG, ZH	Protection de l'environnement dans le secteur de l'artisanat de l'automobile et des transports, Guide pratique	2021
ZH, BE, LU, SZ, OW, NW, GL, ZG, FR, SO, BS, BL, SH, AR, SG, GR, AG, TG, TI, VD, VS, NE, GE, JU	Évacuation des eaux des stations-service équipées de carburants contenant l'éthanol, du biodiesel et de l'urée	2007
LU, UR, SZ, OW, NW, ZG	Umweltschutz beim Unterhalt von Fahrzeugen (en allemand)	2013
ZH, GL, SH, AR, AI, SG, GR, TG	Merkblatt: Auto- und Transportgewerbe (en allemand)	2013
ZH, BE, LU, UR, SZ, OW, NW, GL, ZG, FR, SO, BS, BL, SH, AR, AI, AG, TG, TI, VD, VS, NE, GE, JU	Entreposage, traitement et exportation de pneus usagés et d'occasion	2015
GR	Einlageblatt zum Merkblatt Auto- und Transportgewerbe (en allemand)	2010

Automobile et transports : aide-mémoires cantonaux

Canton	Document	Année
BE	Prescriptions générales en matière de protection des eaux pour les garages et les entreprises de transport	2020
BE	Garagen- und Transportbetriebe, Betriebliche Eigenkontrolle (en allemand)	2020

BE	Prescriptions générales en matière de protection des eaux applicables aux entreprises de récupération de voitures usagées et de métaux	2020
AG	Umweltschutz im Auto- und Transportgewerbe (en allemand)	2010
TI	Acque di scarico provenienti dal settore dell'automobile in Ticino (en italien)	2002
NE	Mesures de protection de l'environnement à appliquer aux établissements de la branche automobile et entreprises assimilées	2013

Blanchisseries : aide-mémoires cantonaux

Canton	Document	Année
SZ	Richtlinie: Textil- und Lederreinigungen (en allemand)	2015
TI	Risanamento ambientale delle Lavanderie Chimiche in Ticino (en italien)	2002

Traitement du bois : aide-mémoires cantonaux

Canton	Document	Année
ZH	Umweltschutz im Holzgewerbe (en allemand)	2010
AG	Merkblatt: Umweltschutz in holzverarbeitenden Betrieben (en allemand)	2013

Aquacultures (installations piscicoles) : aide-mémoires cantonaux

Canton	Document	Année
BE	Notice concernant la procédure d'autorisation relative à l'établissement et à l'exploitation d'installations de pisciculture ou d'aquaculture	2020

Autres secteurs utilisant des processus pertinents pour les eaux usées

Canton	Document	Année
LU, UR, SZ, OW, NW, ZG	Umweltschutz bei Betonanlagen (en allemand)	2013
ZH	Merkblatt für Zahnarztpraxen und Zahnkliniken (en allemand)	2018
SZ	Abwasser aus Zahnarztpraxen (en allemand)	2014
AG	Kontrolle der Zahnarztpraxen (en allemand)	2017
TG	Merkblatt: Spülung amalganhaltiger Abwasserleitungen (en allemand)	2015

Autres thèmes et substances pertinents pour les eaux usées

Canton	Document	Année
ZH, BE, SO, BS, BL, AG, TG	Lagerung gefährlicher Stoffe (interkantonaler Leitfaden) (en allemand)	2018
BE	Prescription en matière de protection des eaux applicables à la manipulation de solvants halogénés	2020
ZH, BE, LU, UR, SZ, OW, NW, GL, ZG, FR, SO, BS, BL, SH, AR, AI, SG, GR, AG, TG, JU	Absicherung und Entwässerung von Güterumschlagplätzen (en allemand)	2013
ZH, BE, LU, UR, SZ, OW, NW, GL, ZG, FR, SO, BS, BL, SH, AR, AI, SG, GR, AG, TG, TI, VD, VS, NE, GE, JU	Löschwasser-Rückhaltung (en allemand)	2016
FR	Rétention des eaux d'extinction	2016
ZH, BE, LU, UR, SZ, NW, GL, ZG, FR, BS, BL, SH, AR, AI, SG, GR, AG, TG, TI, VD, VS, NE, JU	Information aux entreprises, qui souhaitent exploiter des camions-pompe avec prétraitement intégré des eaux usées	2017
VSA	Séparateur de graisses	2019

Sources : ZH, BE, LU, UR, SZ, OW, NW, GL, ZG, FR, SO, BS, BL, SH, AR, AI, SG, GR, AG, TG, TI, VD, VS, NE, GE, JU

A3. Impacts sur les STEP

Impacts dans les domaines suivants : égouts/entrée de STEP/étape mécanique

Observations	Causes	Secteur	Remarques
Corrosion dans le réseau d'égouts et/ou à la STEP	<ul style="list-style-type: none"> Eaux usées à forte teneur en sulfate/nitrate Eaux usées provenant de traitements préalables anaérobies Pics de pH lors de l'exploitation 	<ul style="list-style-type: none"> Transformation de métaux précieux Divers 	<ul style="list-style-type: none"> Corrosion de l'infrastructure Éventuellement pics de pH dans la STEP, si pas déjà suffisamment diluées.
Production accrue d'eaux usées	<ul style="list-style-type: none"> Lavage de légumes, contenants, etc. Désencollage dans le finissage de textiles 	<ul style="list-style-type: none"> Secteur alimentaire Finissage de textiles Fabrication/transformation de papier et de carton 	<ul style="list-style-type: none"> La production accrue d'eaux usées génère une charge hydraulique et des charges élevées
Substances perturbatrices telles que des huiles minérales, huiles végétales, graisses, du diesel et des particules étrangères	<ul style="list-style-type: none"> Absence/dysfonctionnement du séparateur d'huile, séparateur de graisse⁹⁸ 	<ul style="list-style-type: none"> Garages Secteur alimentaire 	<ul style="list-style-type: none"> Dépôts de graisse (en cas de rétrécissements de conduit, d'obstructions de tubes et de pompes)
Variations de pH (pics) en entrée	<ul style="list-style-type: none"> Processus de nettoyage Mauvaise neutralisation des charges (dans l'IPE⁹⁹ de l'exploitation), p. ex. sondes pH défectueuses ou mal entretenues 	<ul style="list-style-type: none"> Secteur alimentaire Chimie (sous-traitants) Divers 	<ul style="list-style-type: none"> Des hausses simultanées de charges de phosphore indiquent la présence d'acide phosphorique utilisé comme produit de nettoyage Impacts négatifs possibles sur les processus biologiques épurants de la STEP (nitrification/dénitrification)
Formation de mousse	<ul style="list-style-type: none"> Processus de nettoyage (tensioactifs) 	<ul style="list-style-type: none"> Finissage de textiles Production/utilisation de substances tensio-actives Divers 	<ul style="list-style-type: none"> Les tensioactifs modifient la tension de surface; cela a des impacts sur l'apport d'oxygène à la STEP

⁹⁸ Fiche technique du VSA: https://vsa.ch/wp-content/uploads/2020/10/20190617-VSA_Merkblatt_Fettabscheider_FR_V01.pdf [21.02.2022]

⁹⁹ IPE : installation de prétraitement des eaux usées

	<ul style="list-style-type: none"> • Désencollage (PVA), difficilement éliminable surtout à basses températures • Rejet d'émulseurs (cf. fiche technique du VSA¹⁰⁰) 		et donc sur l'activité biologique.
Augmentation des matières solides (MES)	<ul style="list-style-type: none"> • Transformation de fruits et de légumes, abattoirs (sang en cas d'élimination incorrecte) • Traitement mécanique de métaux • Carton/papier (cellulose) 	<ul style="list-style-type: none"> • Transformation de denrées alimentaires • Métallurgie • Fabrication/transformation de papier/carton 	<ul style="list-style-type: none"> • Une augmentation des charges de matières solides peut perturber le fonctionnement des STEP et les réseaux d'égout
Charges accrues de sel (p. ex. bromure, chlorure)	<ul style="list-style-type: none"> • Provenant des agents d'exploitation (traitement des déchets spéciaux) • Groupe partant lors des processus de synthèse (chimie/pharmacie) 	<ul style="list-style-type: none"> • Usines de traitement des déchets (UIOM, traitement des déchets spéciaux, décharges) • Chimie/pharmacie 	<ul style="list-style-type: none"> • Indications concernant d'autres substances si les sels proviennent d'entreprises chimiques/pharmaceutiques
Eaux usées colorées ou troubles	<ul style="list-style-type: none"> • Colorations de textiles • Pertes de produit lors de la transformation du lait • Mauvaise élimination du colorant • Nettoyage de réacteurs avec des produits résiduels 	<ul style="list-style-type: none"> • Finissage de textiles • Transformation de denrées alimentaires (abattoirs) • Entreprises de peinture • Industrie chimique 	<ul style="list-style-type: none"> • Informations sur d'autres substances • Des variations de pH peuvent survenir simultanément • Le colorant en lui-même n'a pas d'effet direct sur le fonctionnement de la STEP, mais il peut parvenir jusque dans les effluents (impacts sur les valeurs de sortie de la STEP)

Impacts sur l'étape de traitement biologique

Observations	Causes	Secteur	Remarques
Pics de charge de substances organiques (DCO, DBO ₅)	<ul style="list-style-type: none"> • Substances organiques provenant des eaux usées industrielles 	<ul style="list-style-type: none"> • Transformation de denrées alimentaires (fro- 	<ul style="list-style-type: none"> • Apparaît souvent de manière saisonnière (p. ex. transformation

¹⁰⁰ Fiche d'information du VSA «Mousses extinctrices à base de PFC ou de fluor». https://vsa.ch/wp-content/uploads/2020/10/20180417_VSA-Merkblatt_fluorhaltige-Schauml%C3%B6schmittel_fr.pdf [7.2.2020].

		<ul style="list-style-type: none"> mageries, transformateurs de légumes, transformateurs de fruits) Chimie/pharma (p. ex. éthanol pour les extractions) / biotechnologie (p. ex. solutions nutritives) Fabrication/transformation de papier/carton 	<ul style="list-style-type: none"> de fruits et de légumes) Les charges excessives entraînent une surcharge de l'étape biologique de la STEP, ce qui a des répercussions négatives sur les valeurs de sortie.
Valeurs accrues d'azote en entrée	<ul style="list-style-type: none"> Saumure utilisée pour transformer la viande (nitrite) Brunissement (nitrite; lorsque l'IPE ne fonctionne pas correctement) Transformation du lait et de la viande (ammonium) 	<ul style="list-style-type: none"> Transformation de denrées alimentaires Traitement des métaux 	<ul style="list-style-type: none"> Si l'ammonium/le nitrite ne peut pas être suffisamment éliminé par l'étape de traitement biologique (en cas de déversement intermittent), ces substances peuvent se retrouver dans l'effluent de la STEP.
Modification de la structure des boues; floccs difficilement éliminables, boues flottantes, boues foisonnantes	<ul style="list-style-type: none"> Part élevée de substances organiques très facilement dégradables (p. ex. huiles, graisses, sucre); p. ex. en cas de mauvaise élimination de productions alimentaires dans les eaux usées Concentration inhabituelle de nutriments (rejets industriels importants/dominants) Charges élevées de sel 	<ul style="list-style-type: none"> Transformation de denrées alimentaires (p. ex. fruits) Traitement de déchets spéciaux (charges de sel) 	<ul style="list-style-type: none"> Les substances organiques facilement dégradables stimulent la croissance des bactéries filamenteuses Les boues flottantes/foisonnantes compliquent la séparation/rétention des matières solides (les valeurs de sorties peuvent éventuellement ne plus être respectées; une rétention efficace des matières solides joue un rôle important en cas d'utilisation de charbon actif en poudre)

Inhibition de l'étape de traitement biologique (notamment de la nitrification)	<ul style="list-style-type: none"> • Substances inhibitrices/toxiques, p. ex. dissociateurs de complexes tels que le diméthylthiocarbamate, les biocides • Manque chronique de nutriments (→ rejets industriels dominants) • Apports élevés d'acide (inhibition de la nitrification) 	<ul style="list-style-type: none"> • Industrie chimique • Finissage de textiles • Transformation des métaux/galvanisation (dissociateurs de complexes) • Divers 	<ul style="list-style-type: none"> • L'inhibition de l'étape de traitement biologique a des effets négatifs sur le rendement d'épuration (DCO, azote, év. P), ce qui peut entraîner un non-respect des valeurs de sortie de la STEP.
Valeurs DCO accrues en sortie en cas d'exploitation optimale de la STEP et de dimensionnement correct	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction de charges importantes de composés de carbone difficilement dégradables 	<ul style="list-style-type: none"> • Entreprises d'élimination des déchets • Divers (p. ex. industrie chimique et pharmaceutique) 	<ul style="list-style-type: none"> • Éventuel indicateur de substances ne pouvant pas être éliminées des eaux usées par l'étape épurante existante.
Valeurs accrues de phosphore en sortie	<ul style="list-style-type: none"> • Pics de phosphore en cas d'utilisation d'acide phosphorique pour le nettoyage • Les phosphonates ne sont pas facilement précipitables (p. ex. avec du $FeCl_3$) • Agents ignifuges alternatifs à base de phosphonates 	<ul style="list-style-type: none"> • Transformation de denrées alimentaires • Industrie de traitement des déchets spéciaux • Finissage de textiles 	<ul style="list-style-type: none"> • Si du phosphore est présent sous forme de phosphonate, la valeur de sortie ne peut pas être abaissée via un ajout plus important de précipitants (différence entre P_{tot} et ortho-P à cause des phosphonates).

Impacts sur le traitement des boues

Observations	Causes	Secteur	Remarques
Concentrations accrues en métaux lourds dans les boues activées et/ou les boues digérées	<ul style="list-style-type: none"> • Rejet de charges plus élevées de métaux lourds, p. ex. dysfonctionnement/mauvaise manipulation d'installations de 	<ul style="list-style-type: none"> • Métallurgie/galvanisation 	<ul style="list-style-type: none"> • Les métaux lourds n'ont pas d'effet direct sur le traitement des boues

	prétraitement des eaux usées		
Augmentation des éléments traces métalliques dans les boues d'épuration (p. ex. or, palladium, platine)	<ul style="list-style-type: none"> • Rejet de charges élevées de ces substances 	<ul style="list-style-type: none"> • Métallurgie (fabrication de bijoux, montres) • Transformation de métaux précieux • Industrie chimique et pharmaceutique 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'impacts directs sur le fonctionnement de la station d'épuration
Perturbations lors de la digestion	<ul style="list-style-type: none"> • Substances toxiques • Acides organiques (acidification de la digestion, p. ex. en raison de concentrations élevées en sulfate) • Hydrocarbures chlorés 	<ul style="list-style-type: none"> • Métallurgie/galvanisation • Nettoyage chimique 	<ul style="list-style-type: none"> • Problèmes lors du traitement des boues (processus coordonnés les uns aux autres)

Autres impacts sur la STEP

Observations	Causes	Secteur	Remarques
Nitrosamines dans les eaux en entrée	<ul style="list-style-type: none"> • Synthèse chimique • Des flocculants à base d'acrylamide peuvent être transformés en nitrosamines avec l'ozonation 	<ul style="list-style-type: none"> • Industrie chimique et pharmaceutique • Traitement des métaux/galvanisation 	<ul style="list-style-type: none"> • Si des amines et des nitrites sont présents dans des eaux usées avec un pH bas (certaines eaux usées industrielles ou mélange dans les égouts), des nitrosamines peuvent se former (nitrosation) • Les amines quaternaires nécessitent un agent d'oxydation (p.ex. l'ozone) pour former des nitrosamines • Les nitrosamines n'ont pas d'impacts négatifs sur le fonctionnement de la STEP (les nitrosamines

			sont généralement éliminées dans l'étape biologique en conditions aérobies)
Formation excessive de produits de réaction toxiques par ozonation	<ul style="list-style-type: none"> • Sels (bromure; voir également plus haut) • Chrome • Précurseurs de nitrosamines 	<ul style="list-style-type: none"> • Usines de traitement des déchets (UIOM, traitement des déchets spéciaux) • Industrie chimique et pharmaceutique • Métallurgie • Décharges • Divers 	<ul style="list-style-type: none"> • La formation excessive de produits de réaction toxiques lors de l'ozonation doit être évitée; les substances qui conduisent à la formation de produits de réaction toxiques affectent le fonctionnement de la STEP.

A4. Résultats des analyses de substances en sortie de STEP

Des analyses d'effluents de STEP ont été effectuées sur différents sites en Suisse afin d'étudier les substances provenant des industries :

- L'Office de l'environnement et de l'énergie (aujourd'hui appelé Office de l'eau et de l'énergie) du canton de St-Gall a étudié quantitativement en 2012¹⁰¹ et 2016¹⁰² les effluents de 45 STEP (dont 37 dans le canton SG et 8 installations situées en dehors du canton) et env. 40 substances (en 2012) et 157 substances (en 2016). Des échantillons composites de 7 jours (proportionnels au débit) ont été prélevés. Auparavant, des analyses avaient été déjà effectuées en 2009¹⁰³ et 2010¹⁰⁴ dans certains effluents de STEP.
- L'Office pour la protection de l'environnement et l'énergie du canton de Bâle-Campagne (AUE) a étudié en 2008/2009¹⁰⁵ et 2015¹⁰⁶ (au printemps et en automne) un large spectre de substances dans les effluents de 9 STEP (env. 450 substances durant la campagne de mesures de 2015). Les effluents de STEP ont été prélevés dans des échantillons composites de 2 jours (proportionnels au débit).
- Depuis 2014, le canton de Vaud (Direction générale de l'environnement et Direction de l'environnement industriel, urbain et rural) étudie quatre fois par an les concentrations de 42 substances en entrée et en sortie de moyennes et grandes STEP du canton¹⁰⁷.

¹⁰¹ Amt für Umwelt und Energie des Kantons St. Gallen. (2013). Spurenstoffe im Abwasser – Suche nach relevanten Emissionsquellen, Ergebnisse der Messkampagne 2012 (en allemand). <https://www.liv.li/files/au/2013-afu-stgallen-spurenstoffe-im-abwasser.pdf> [6.2.2020].

¹⁰² Amt für Umwelt und Energie des Kantons St. Gallen (2016). Mikroverunreinigungen in Abläufen von Abwasserreinigungsanlagen – Suche nach relevanten Emissionsquellen, Ergebnisse der Messkampagne 2016 (en allemand). <https://www.sg.ch/content/dam/sgch/umwelt-natur/wasser/fl%C3%BCsse-und-b%C3%A4che/gew%C3%A4sserqualit%C3%A4t-/01-01-05--berichte/chemie/organische-spurenstoffe---mikroverunreinigungen-/Mikroverunreinigungen%20in%20Abl%C3%A4ufen%20von%20ARA%20-%20Ergebnisse%20der%20Messkampagne%202016.pdf> [6.2.2020].

¹⁰³ Amt für Umwelt und Energie des Kantons St. Gallen. (2010). Mikroverunreinigungen im gereinigten Abwasser von kommunalen ARA - Messkampagnen 2009 (en allemand). [https://www.sg.ch/content/dam/sgch/umwelt-natur/wasser/fl%C3%BCsse-und-b%C3%A4che/gew%C3%A4sserqualit%C3%A4t-/01-01-05--berichte/chemie/organische-spurenstoffe---mikroverunreinigungen-/Mikroverunreinigungen%20im%20gereinigten%20Abwasser%20von%20kommunalen%20ARA%20\(Messkampagnen%202009\).pdf](https://www.sg.ch/content/dam/sgch/umwelt-natur/wasser/fl%C3%BCsse-und-b%C3%A4che/gew%C3%A4sserqualit%C3%A4t-/01-01-05--berichte/chemie/organische-spurenstoffe---mikroverunreinigungen-/Mikroverunreinigungen%20im%20gereinigten%20Abwasser%20von%20kommunalen%20ARA%20(Messkampagnen%202009).pdf) [12.5.2020].

¹⁰⁴ Amt für Umwelt und Energie des Kantons St. Gallen. (2010). Mikroverunreinigungen im gereinigten Abwasser von kommunalen ARA - Kurzbericht zur Messkampagne vom Mai 2010 (en allemand). [https://www.sg.ch/content/dam/sgch/umwelt-natur/wasser/fl%C3%BCsse-und-b%C3%A4che/gew%C3%A4sserqualit%C3%A4t-/01-01-05--berichte/chemie/organische-spurenstoffe---mikroverunreinigungen-/Mikroverunreinigungen%20im%20gereinigten%20Abwasser%20von%20kommunalen%20ARA%20\(Messkampagne%202010\).pdf](https://www.sg.ch/content/dam/sgch/umwelt-natur/wasser/fl%C3%BCsse-und-b%C3%A4che/gew%C3%A4sserqualit%C3%A4t-/01-01-05--berichte/chemie/organische-spurenstoffe---mikroverunreinigungen-/Mikroverunreinigungen%20im%20gereinigten%20Abwasser%20von%20kommunalen%20ARA%20(Messkampagne%202010).pdf) [12.5.2020].

¹⁰⁵ Mikroverunreinigungen in Baselbieter Oberflächengewässern. Untersuchungsergebnisse 2008/2009 (en allemand). https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/umweltschutz-energie/wasser/oberflachengewasser/publikationen/gewasser/downloads/mikroverunreinigungen_bl-ofg_2008-2009.pdf/@download/file/mikroverunreinigungen_bl-ofg_2008-2009.pdf [6.2.2020].

¹⁰⁶ Mikroverunreinigungen in Baselbieter Oberflächengewässern Untersuchung 2015 (en allemand). https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/umweltschutz-energie/wasser/oberflachengewasser/publikationen/gewasser/downloads/bericht-mikroverunreinigungen-untersuchungskampagn.pdf/@download/file/Bericht_Mikroverunreinigungen_Untersuchungskampagne_2015.pdf [6.2.2020].

¹⁰⁷ Voir <https://www.vd.ch/themes/environnement/eaux/protection-des-eaux-epuration-pgee-agriculture-biologie-et-chimie-des-eaux/evacuation-et-epuration-des-eaux/stations-depuration-des-eaux-usees-step/> [7.12.2020].

Tableau A4.1. Sélection de résultats d'analyses d'effluents de STEP issus des campagnes de mesure cantonales.

Substance	Groupe de substance	Débit STEP (Q) [m3/jour]	Pers. raccord . H	Concen- tration [µg/L]	Charge [g/jour]	Charge par personne raccordée [ug/jour H]	Conc. (médiane) [µg/L]	Charge (médiane) [g/jour]	Charge médiane par personne [ug/jour H]	Part de la charge [%]	Campagnes SG				Campagnes BL			
											2016	2012	2010	2009	2015	2009	2008	
											avril	août	mai	août	nov.	juin	sept.	nov.
Métoprolol	Bêta-bloquant	346	1121	0.02	0.01	6	0.4	0.1	123	5.0					x			
		346	1121	6.1	2.1	1871	0.7	0.2	216	89.7						x		
		346	1121	1000.0	345.6	308296	1.0	0.3	308	99.9							x	
		346	1121	82.4	28.5	25404	0.3	0.1	92	99.6								x
Tramadol	Analgésique	18024	44668	24.1	434.4	9725	0.3	5.0	113	98.9	x							
		15833	41639	43.0	680.8	16351	0.4	6.3	152	99.1		x						
Acide méfénamique	Antirhumatismal non- stéroïdien	12960	25702	9.8	127.0	4942	0.2	3.0	116	97.7					x			
		12960	25702	0.6	7.5	292	0.2	3.0	116	71.6						x		
Pentobarbital	Somnifère	6038	16642	32.0	193.2	11610	-	-	-	100.0		x						
Naproxène	Analgésique	12960	25702	150.0	1944.0	75636	0.3	3.2	126	99.8					x			
Indométhacine	Analgésique	12960	25702	11.0	142.6	5547	0.1	0.9	35	99.4					x			
Diuron	Herbicide	9713	23622	3.7	35.9	1521	0.05	0.5	21	98.7	x							
		8277	22651	15.0	124.2	5481	0.09	0.7	33	99.4		x						
		15506	22651	43.0	666.7	29436	0.07	1.1	48	99.8			x					
		11763	22651	20.5	241.1	10646	0.17	1.9	86	99.2				x				
Carbendazime	Fongicide	9713	23622	1.7	16.5	699	0.04	0.4	16	97.7	x							
		8277	22651	2.2	18.2	804	0.03	0.2	11	98.7		x						
		15506	22651	6.3	97.7	4313	0.03	0.5	21	99.5			x					
		11763	22651	1.9	22.3	987	0.04	0.4	18	98.2				x				
Métolachlore	Produit phytosanitaire	12960	25702	6.8	88.1	3429	0.01	0.1	3	99.9					x			
		12960	25702	11.0	142.6	5547	0.01	0.1	4	99.9						x		
		12960	25702	8.1	104.6	4069	-	-	-	100.0							x	

Tableau A4.2. Sélection de résultats d'analyses d'effluents de STEP issus des campagnes de mesure cantonales.

Substance	Groupe de substance	Débit STEP (Q) [m3/jour]	Pers. raccord . H	Concen- tration [µg/L]	Charge [g/jour]	Charge par personne raccordée [ug/jour H]	Conc. (médiane) [µg/L]	Charge (médiane) [g/jour]	Charge médiane par personne [ug/jour H]	Fracht- anteil [%]	Campagnes SG				Campagnes BL			
											2016	2012	2010	2009	2015	2009	2008	
											avril	août	mai	août	nov.	juin	sept.	nov.
MTBE (méthyl tert-butyl éther)	Solvant	3024	12191	0.3	0.8	64	0.16	0.48	40	61.9					x			
		3024	12191	0.2	0.5	45	0.18	0.54	45	50.0						x		
		3024	12191	33.0	99.8	8186	-	-	-								x	
		3024	12191	5.2	15.7	1290	-	-	-									x
Monoglyme (éthylène glycol diméthyléther)	Solvant	9504	36279	78.0	741.3	20434	-	-	-	100.0						x		
Diglyme	Solvant	12960	25702	7.8	101.1	3933	-	-	-	100.0					x			
		12960	25702	11.0	142.6	5547	-	-	-	100.0						x		
		12960	25702	4.8	62.2	2420	-	-	-	100.0								x
Triglyme (triéthylène glycol diméthyléther)	Solvant	9504	36279	17.5	166.3	4584	-	-	-	100.0						x		
Tétraglyme (tétraéthylèneglycoldiméthyléther)	Solvant	9504	36279	73.8	701.4	19333	-	-	-	100.0						x		
Hexaéthylène glycol diméthyléther		9504	36279	100.0	950.4	26197	-	-	-	100.0							x	
		9504	36279	36.5	346.9	9562	-	-	-	100.0								x
Pentaéthylène glycol diméthyléther		9504	36279	100.0	950.4	26197	-	-	-	100.0							x	
		9504	36279	83.0	788.8	21743	-	-	-	100.0								x
Métolachlore morpholinon		12960	25702	1.00	12.96	504	-	-	-	100.0					x			
		12960	25702	17.0	220.3	8572	-	-	-	100.0							x	
EDTA	Complexant	3024	12191	240.00	725.76	59532	14.5	43.8	3597	94.3							x	
		3024	12191	16000	48384	3968829	16.0	48.4	3969	99.9								x
N,N-diméthyluréthane		12960	25702	71.80	930.53	36204	-	-	-	100.0							x	
4-trifluorméthylacétophénone		12960	25702	16.00	207.36	8068	-	-	-	100.0							x	
N-méthylacétanilide		12960	25702	11.50	149.04	5799	-	-	-	100.0							x	
Acide tétradécan	Substance initiale	9504	36279	17.60	167.27	4611	-	-	-	100.0							x	
4-trifluorméthylphénol		12960	25702	60.00	777.60	30254	-	-	-	100.0					x			
		12960	25702	170.00	#####	85721	-	-	-	100.0							x	
Oxide de triphénylphosphine		9504	36279	24.70	234.75	6471	-	-	-	100.0							x	

A5. Signalements de rejets industriels par la station de surveillance du Rhin Weil am Rhein (RÜS) 2013-2020

Vous trouverez ci-dessous une liste des cas signalés par l'Office de l'environnement et de l'énergie du canton de Bâle-Ville aux compagnies de distribution d'eau dans le cadre du Plan international d'avertissement et d'alerte Rhin (PIAR), du concept de signalement régional et de notifications techniques. Les cas signalés s'expliquent par des rejets industriels. Le récapitulatif est basé sur des rapports mensuels (2018-2019) et des rapports annuels (2013-2017) de la station de surveillance du Rhin (RÜS), ainsi que sur une communication personnelle (2020) (sources ^{108,109,110,111,112,113}).

Signalements uniques

Substance	Période du rejet		Durée de re-jet [jours]	Concentration max. mesurée [µg/l]	Charge du rejet [kg]
	De	À			
Acide 2-acrylamido-2-méthylpropane sulfonique (AMPS) (Fig. 13)	25.01.2015	10.02.2015	16	4.6	864
3-Chloro-5-(trifluorométhyl)pyridine-2-carboxylic acid	11.04.2020	15.05.2020	34	0.5	370
3-(trifluorométhyl)aniline	02.02.2014	06.03.2014	32	0.49	710
4-diméthylamino-2,2-diphénylvaleronitrile (Fig. 14)	09.02.2017	28.02.2017	19	0.21	76
Acémétacine	05.03.2014	09.03.2014	4	0.12	22
Acétone (Fig. 15)	Sept. 2018	Sept. 2018		13	
Capécitabine (Fig. 16)	11.11.2013	12.11.2013	1	0.07	10
Cyrosulfamide (Fig. 17)	14.12.2015	12.01.2016	29	1.5	723
Diéthylbenzène	21.02.2017	22.02.2017	1	5.6	280
Diglyme	Nov. 2018	Nov. 2018		1.3	

¹⁰⁸ Rheinüberwachungs-Station Weil am Rhein. Jahresbericht 2013 (en allemand).

https://www.aue.bs.ch/dam/jcr:25810181-0c9d-4dcc-827f-66a8e3649fae/jabe2013_teil_a_bericht.pdf [14.4.2020].

¹⁰⁹ Rheinüberwachungs-Station Weil am Rhein. Jahresbericht 2014 (en allemand).

https://www.aue.bs.ch/dam/jcr:8d9a255d-659c-4e00-b4a5-e035af200332/ruesjabe2014_Teil_A_Bericht.pdf [14.4.2020].

¹¹⁰ Rheinüberwachungs-Station Weil am Rhein. Jahresbericht 2015 (en allemand).

https://www.aue.bs.ch/dam/jcr:e76b4875-c52e-4bec-b4e8-d9dde69375aa/ruesjabe2015_Teil_A_Bericht.pdf [14.4.2020].

¹¹¹ Rheinüberwachungs-Station Weil am Rhein. Jahresbericht 2016 (en allemand).

https://www.aue.bs.ch/dam/jcr:36f0f6d1-6593-4fa3-b120-22a0ffa8e682/ruesjabe2016_Teil_A_Bericht.pdf [14.4.2020].

¹¹² Rheinüberwachungs-Station Weil am Rhein. Jahresbericht 2017 (en allemand).

https://www.aue.bs.ch/dam/jcr:d233c6ea-58d9-4977-86cc-900771113169/ruesjabe2017_Teil_A_Bericht.pdf [14.4.2020].

¹¹³ Rheinüberwachungs-Station Weil am Rhein. Alle Monatsberichte (en allemand). <https://www.aue.bs.ch/umwelt-analytik/rheinueberwachungsstation-weil-am-rhein/monatsberichte.html> [29.1.2021].

Diméthylidioxophosphate	2020				
Éthoxy-méthoxycyclododécane	Avr. 2018	Avr. 2018		0.2	
Éthylméthylaniline	26.11.2017	30.11.2017	4	0.7	141
Cation éthyltriphénylphosphonium (Fig. 18)	2020				
Indométacine (Fig. 19)	28.02.2014	23.03.2014	23	0.41	180
Ioméprol (Fig. 20)	2020				
Lévétiracétam (Fig. 21)	11.01.2013	17.01.2013	6	0.75	150
Méthadone (Fig. 22)	04.09.2013	21.09.2013	17	0.45	83
Naproxène (Fig. 23)	16.03.2016	21.03.2016	5	0.69	112
Tert-butylméthylphénol (Fig. 24)	Juin 2018	Juin 2018		6	
Cation N-(chlorométhyl)-triéthylammonium (Fig. 25)	21.06.2016	31.07.2016		0.32	1080
N,N-didesvenlafaxine (Fig. 26)	13.11.2015	16.11.2015	3	1.1	155
Tétrachloréthène (Fig. 27)	06.06.2013	07.06.2013	1	0.22	43
Tétraglyme (Fig. 28)	06.08.2013	22.08.2013	16	1.8	2200
Tizanidine (Fig. 29)	20.06.2014	04.07.2014	14	0.13	67
Cation tributylméthylammonium (Fig. 30)	11.09.2016	07.10.2016	26	0.47	180
Trichlorobenzène (Fig. 31)	04.04.2013	14.04.2013	10	0.38	40
Oxyde de triphénylphosphine (Fig. 32)	11.06.2013	12.06.2013	1	1.1	n. b.
Acide triméthylbenzène sulfonique	Janv. 2018	Janv. 2018			
Substance inconnue (139)	27.06.2014	03.07.2014	6	0.16	51
Substance inconnue (m=252)	08.09.2014	22.09.2014	14	1.3	1200
Substance inconnue (m=326)	10.05.2014	30.07.2015		0.52	2100
Substance inconnue 236.115	16.08.2015	26.09.2015		1	2000
Substance inconnue (146)	28.05.2017	07.11.2017		2.5	11000
Substance inconnue (340/341/308)	Juil. 2018	Juil. 2018		0.1-1	

Substance inconnue (293)	2020				
Substance inconnue (GCMS 95)	2020				
Vildagliptine	01.12.2017	12.12.2017	11	0.08	40

Signalements récurrents

Substance	Période du rejet		Durée de rejet	Concentration max. mesurée	Charge du rejet
2-phényl-2-(2-pipéridine)acétamide	19.02.2014	11.03.2014	20	0.82	610
2-phényl-2-(2-pipéridine)acétamide	Mai 2018	Mai 2018		0.51	300
Aliskirène (Fig. 33)	25.02.2014	01.03.2014	4	0.19	35
Aliskirène	19.03.2014	22.03.2014	3	0.16	26
Aliskirène	04.04.2014	08.04.2014	4	0.23	45
DEET (Fig. 34)	23.01.2013	25.01.2013	2	0.11	16
DEET	19.02.2013	22.02.2013	3	0.13	33
DEET	04.05.2013	06.05.2013	2	0.12	31
DEET	11.08.2013	13.08.2013	2	0.13	15
DEET	Août 2018	Août 2018			
DEET	Nov. 2020	Déc. 2020			
Dichlorométhane (Fig. 35)	27.02.2013	02.03.2013	3	0.18	30
Dichlorométhane	05.01.2017	20.01.2017	15	0.5	99
Dichlorométhane	29.07.2017	11.08.2017	13	3.7	1082
Dichlorométhane	Déc. 2018	Déc. 2018			
1,4-dioxane (Fig. 36)	28.03.2015	21.04.2015	24	1.2	1165
1,4-dioxane	Nov. 2018	Nov. 2018		1.1	
MTBE (Fig. 37)	20.02.2014	21.02.2014	1	1.2	96
MTBE	06.01.2016	02.02.2016	27	0.92	1060
MTBE	07.05.2017	08.05.2017	1	1.5	140
Acide paratoluènesulfonique (Fig. 38)	02.10.2014	08.10.2014	6	1.6	320
Acide paratoluènesulfonique	26.03.2015	31.03.2015	5	2.9	615

Acide paratoluènesulfo- nique	06.04.2016	10.04.2016	4	1.6	300
Acide paratoluènesulfo- nique	05.05.2016	10.05.2016	5	1.6	510
Acide paratoluènesulfo- nique	26.05.2016	05.06.2016	11	1.2	915
Tétrahydrofurane (Fig. 39)	17.02.2015	02.03.2015	13	3.9	1770
Tétrahydrofurane	18.04.2015	21.04.2015	3	1.4	300
Tétrahydrofurane	03.10.2015	06.10.2015	3	?	210
Tétrahydrofurane	13.10.2015	23.10.2015	10	2.2	450
Tétrahydrofurane	19.12.2016	21.12.2016	2	0.94	93
Tétrahydrofurane	29.03.2017	04.04.2017	6	1.3	200
Toluène (Fig. 40)	27.08.2013	29.08.2013	2	1.5	145
Toluène	14.01.2017	15.02.2017	32	7.1	1230
Toluène	06.05.2017	08.05.2017	2	2.6	291
Toluène	20.06.2017	21.06.2017	1	0.88	75
Substance inconnue (179/207/280)	20.09.2014	05.12.2014	76	2.9	4100
Substance inconnue (179/207/280)	31.10.2015	16.11.2015	16	1	420
Substance inconnue (162.032)	19.10.2016	21.11.2016		1-10	1000
Substance inconnue (162)	01.06.2017	29.10.2017		2.9	9000

Rejets continus

Substance	Période du rejet		Du- rée de rejet	Concentra- tion max. mesurée	Charge du re- jet
2-((N,Ndiméthylamino)méthyl)ben- zonitrile (Fig. 41)	01.01.2015	31.12.2017	1095		26627
2-((N,Ndiméthylamino)méthyl)ben- zonitrile	Oct. 2018	Oct. 2018			
Diéthylméthylcarbamate	Nov. 2019	Nov. 2019		0.45	
Diéthylméthylcarbamate	Mesuré en tant que rejet continu depuis 2019				
Métalaxyl-TP CGA 62826 (Fig. 42)	30.06.2015	31.12.2017	915		3552
Métalaxyl-TP CGA 62826					

	Sept. 2019	Oct. 2019			
Tétracarbonitrilpropène (Fig. 43)	01.01.2014	31.12.2017	1460		31363
Substance inconnue (240)	Mesuré en tant que rejet continu depuis 2020				

Profils temporels des différents signalements faits par la station de surveillance du Rhin (RÜS) à la suite de rejets industriels

Vous trouverez ci-après les profils temporels de certains signalements. Il peut arriver que les charges indiquées diffèrent des chiffres des rapports annuels de la RÜS (voir ch. A4.1.). Cela est dû au fait que les périodes des rejets de substances n'ont pas été intégrées de la même manière dans le calcul ou que des substances de référence permettant de quantifier plus précisément les rejets étaient seulement disponibles après. Il faut souligner qu'une absence de signalement ne veut pas forcément dire que la substance n'était pas présente. En effet, pas toutes les substances illustrées ont été mesurées sur l'entièreté du laps de temps indiqué.

Signalements uniques

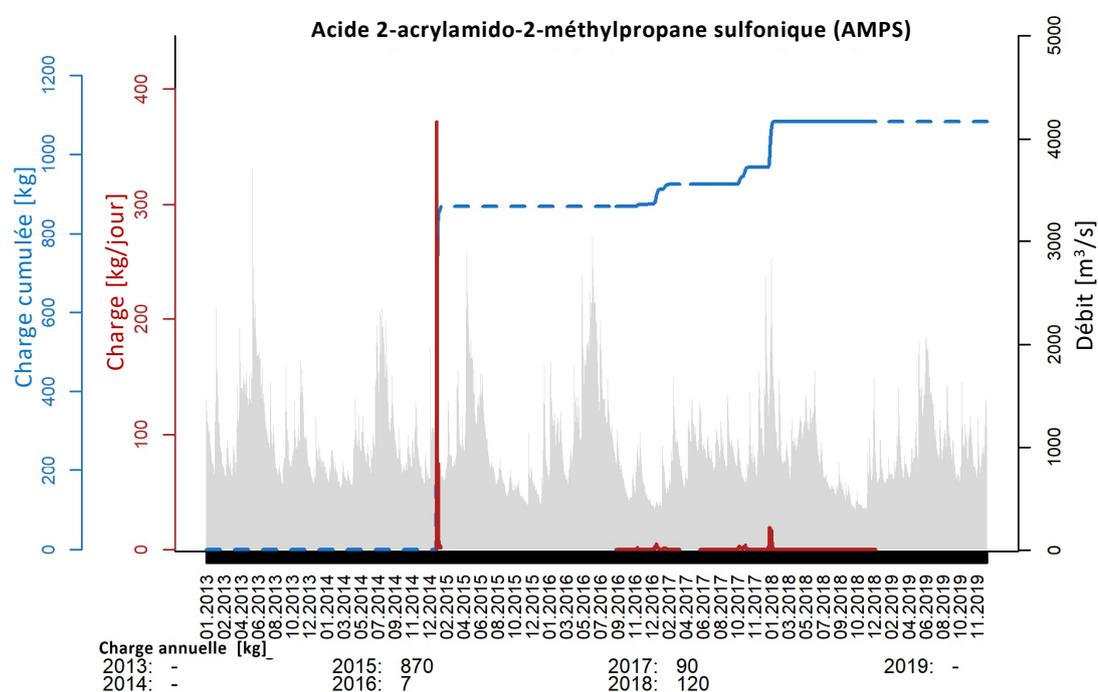


Fig. 13 Profil temporel de l'acide 2-acrylamido-2-méthylpropane sulfonique (AMPS) pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalement survenu : de janvier 2015 à février 2015.

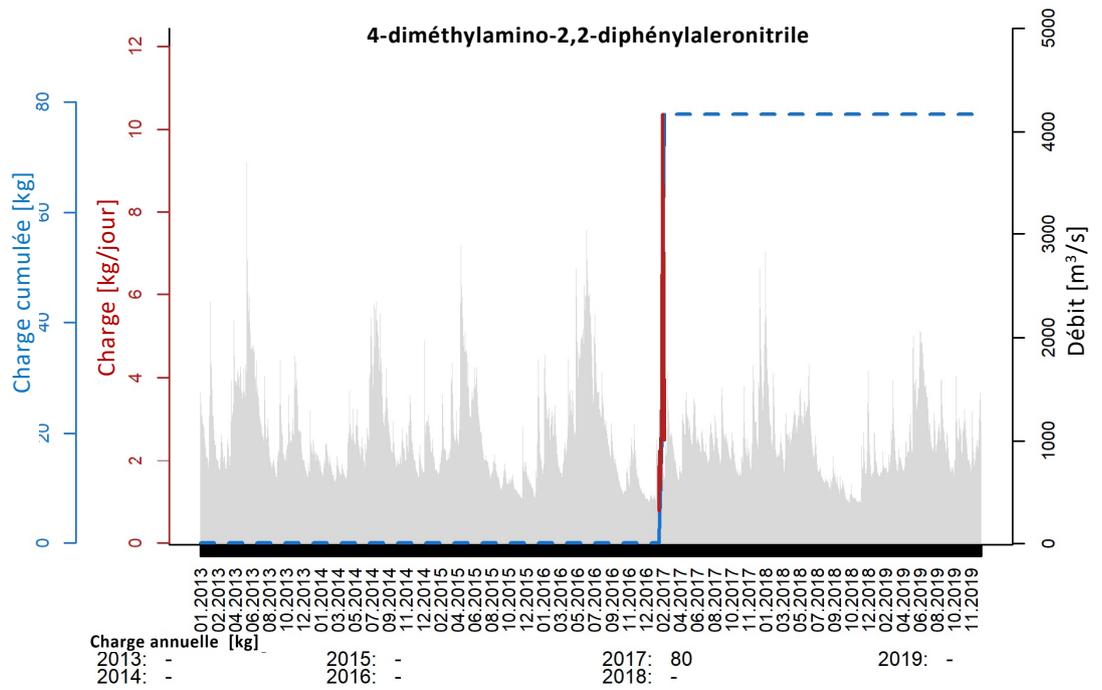


Fig. 14 Profil temporel du 4-diméthylamino-2,2-diphénylaleronitrile pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalement survenu : février 2017.

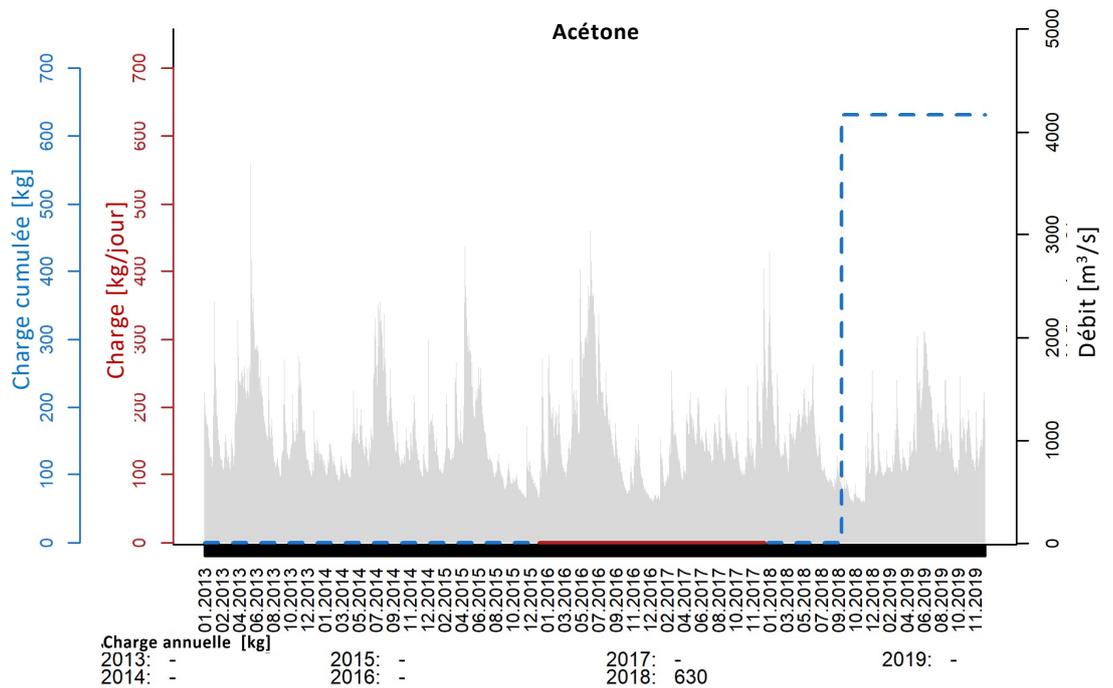


Fig. 15 Profil temporel de l'acétone pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalement survenu : septembre 2018.

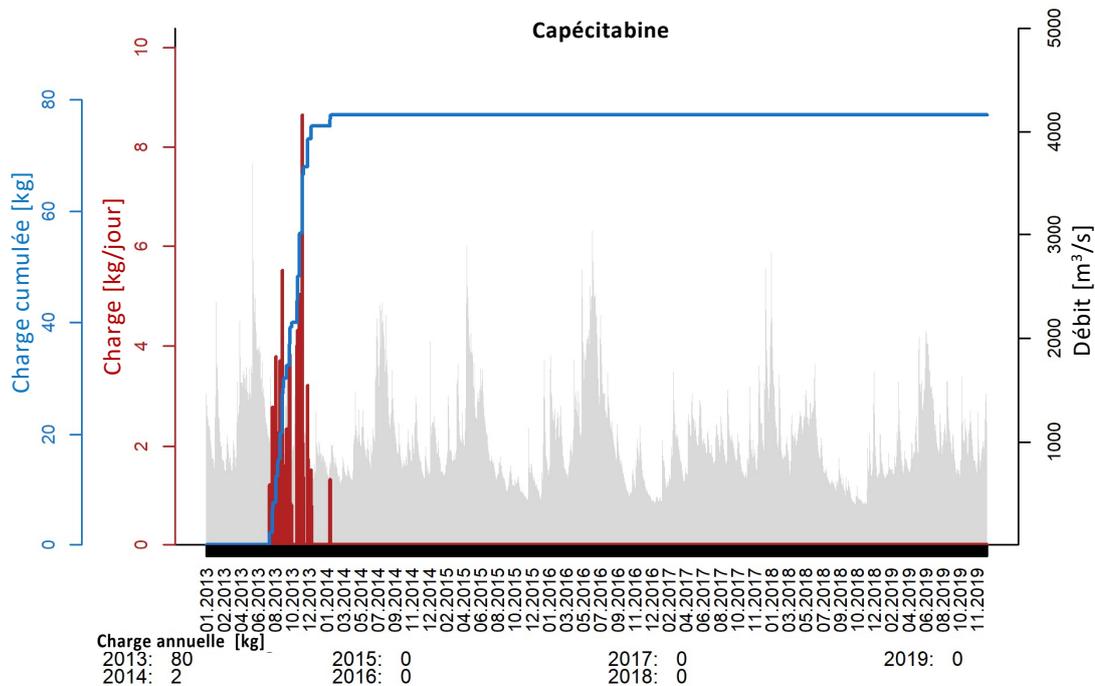


Fig. 16 Profil temporel de la capécitabine pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalement survenu : novembre 2013.

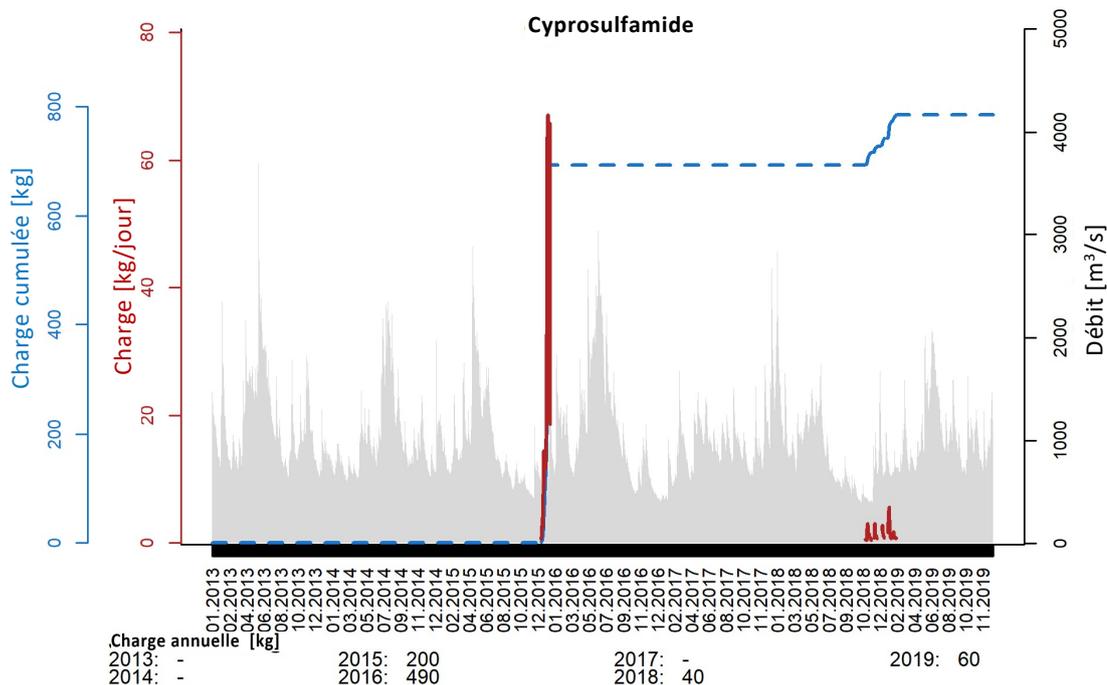


Fig. 17 Profil temporel du cyprosulfamide pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalement survenu : décembre 2015 à janvier 2016.

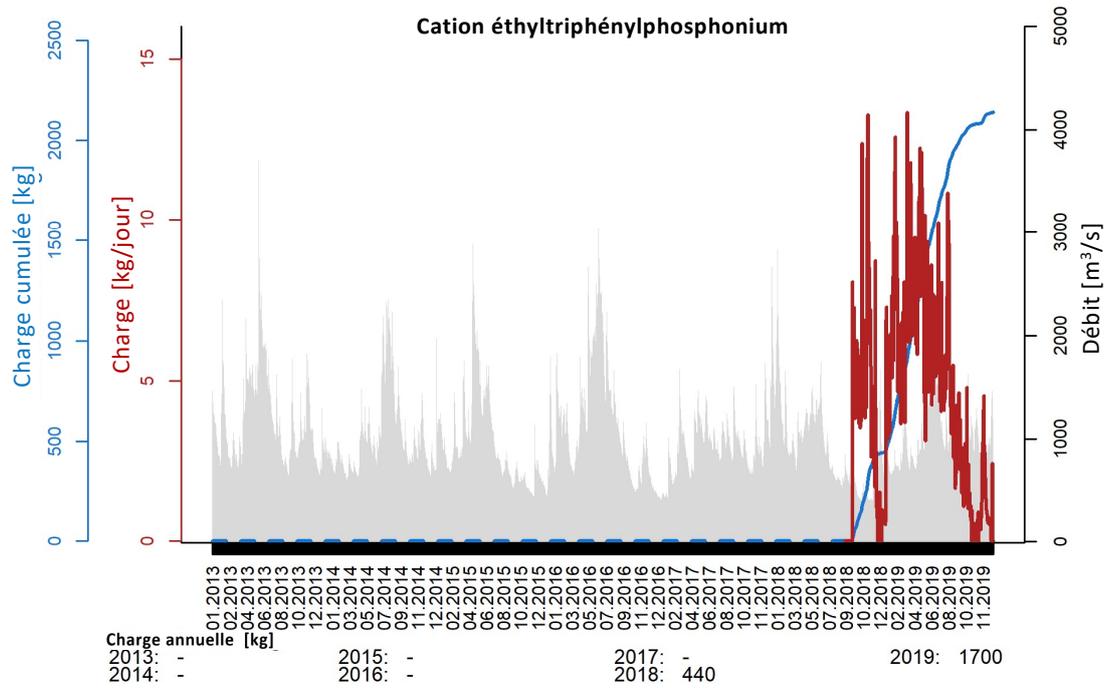


Fig. 18 Profil temporel du cation éthyltriphénylphosphonium pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalement survenu : 2020.

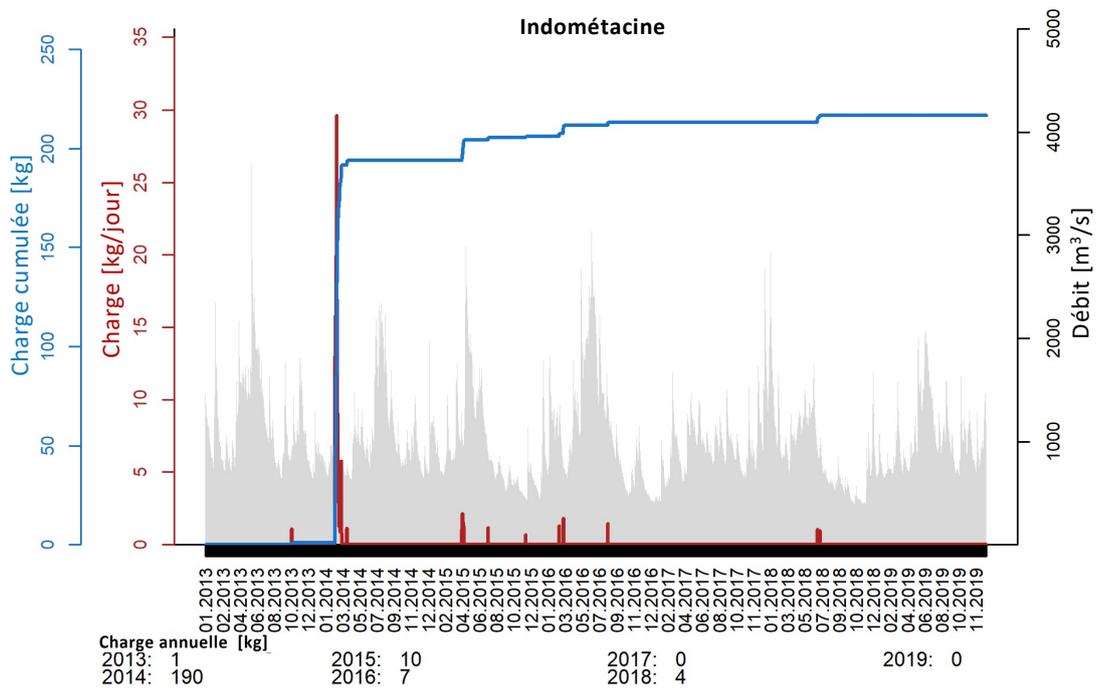


Fig. 19 Profil temporel de l'indométacine pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalement survenu : février à mars 2014.

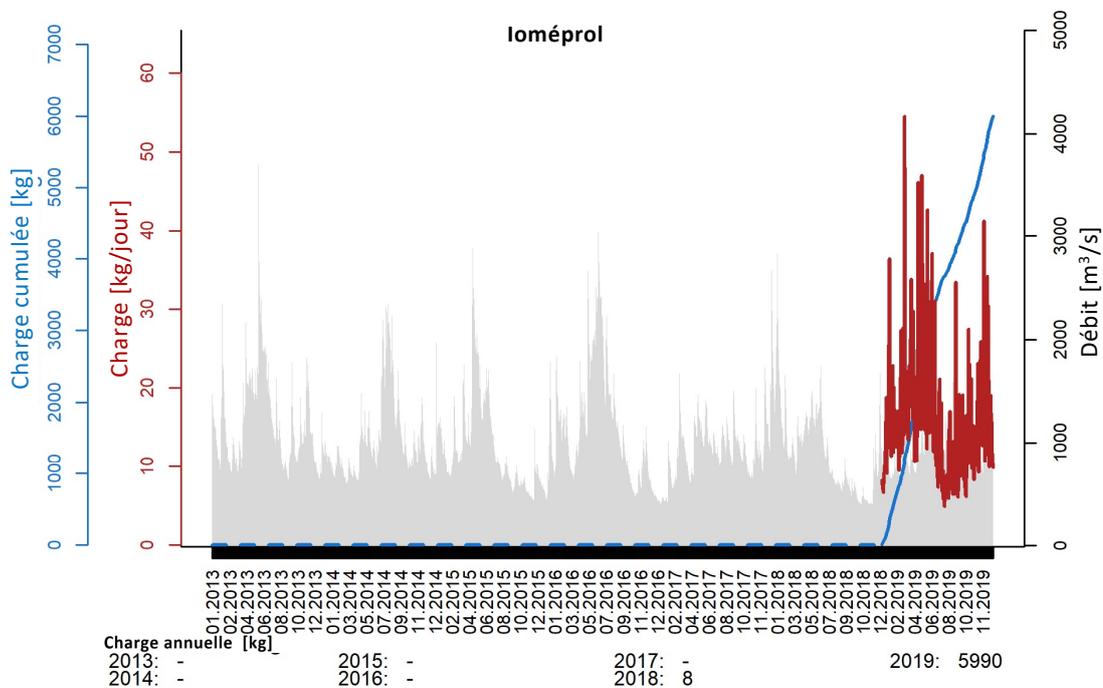


Fig. 20 Profil temporel de l'ioméprol pour la période allant du 1.1.2019 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Cette substance n'est pas illustrée avant 2019, car elle n'a pas été mesurée individuellement mais en tant que somme avec l'iopamidol. Signalement survenu : 2020.

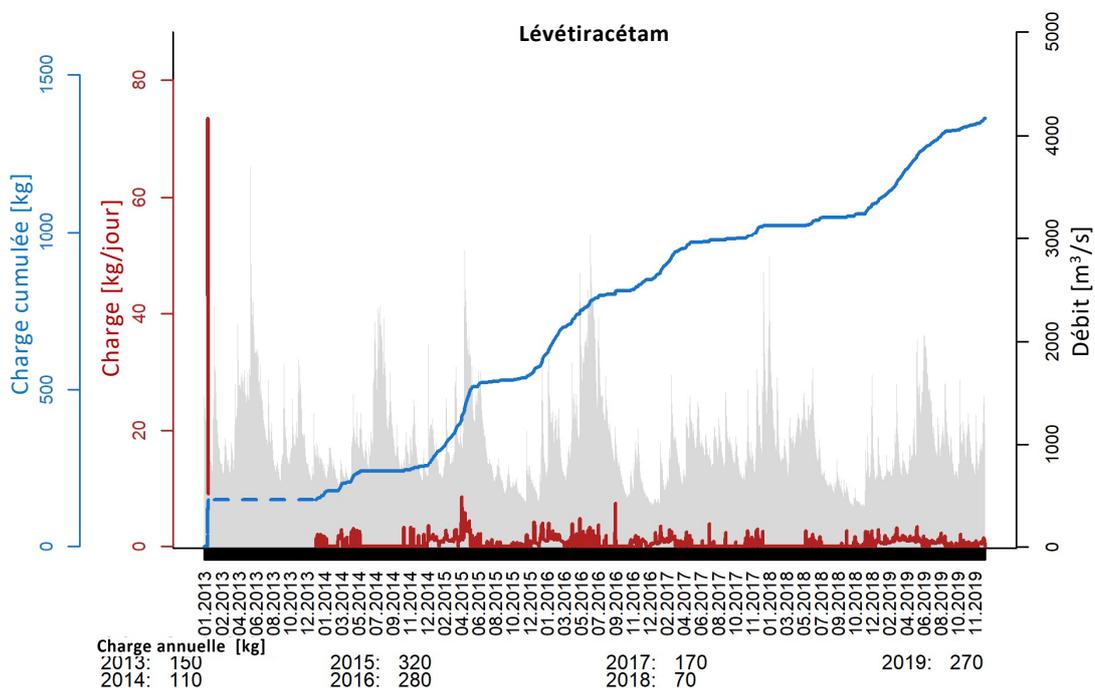


Fig. 21 Profil temporel du lévétiracétam pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalement survenu : janvier 2013.

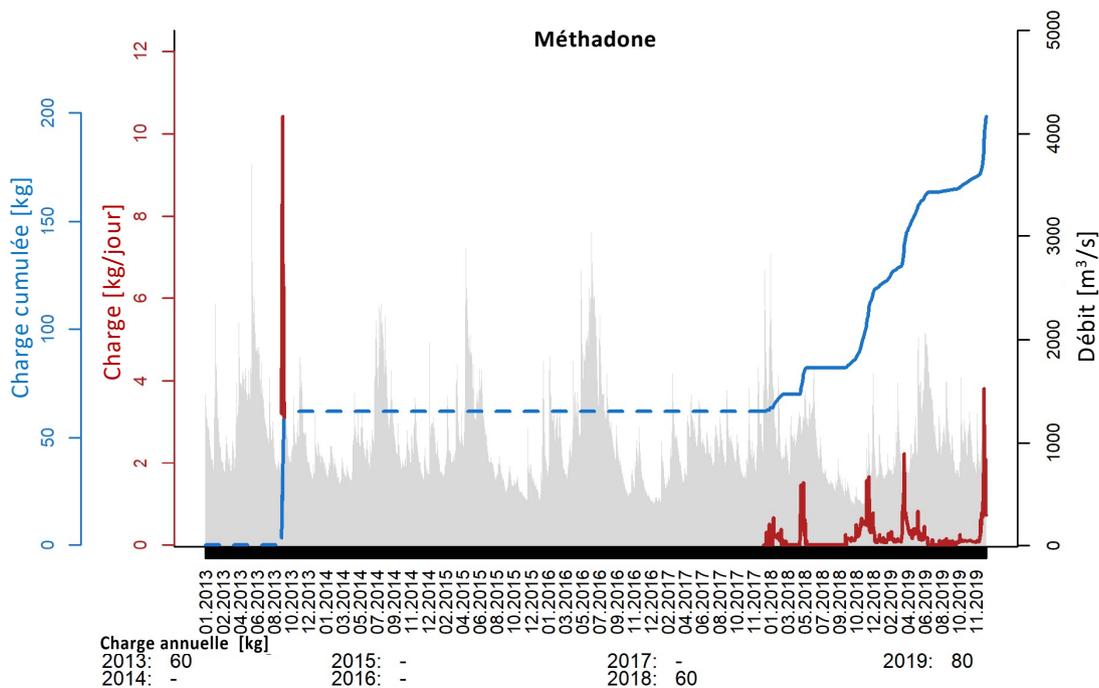


Fig. 22 Profil temporel de la méthadone pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalement survenu : septembre 2013.

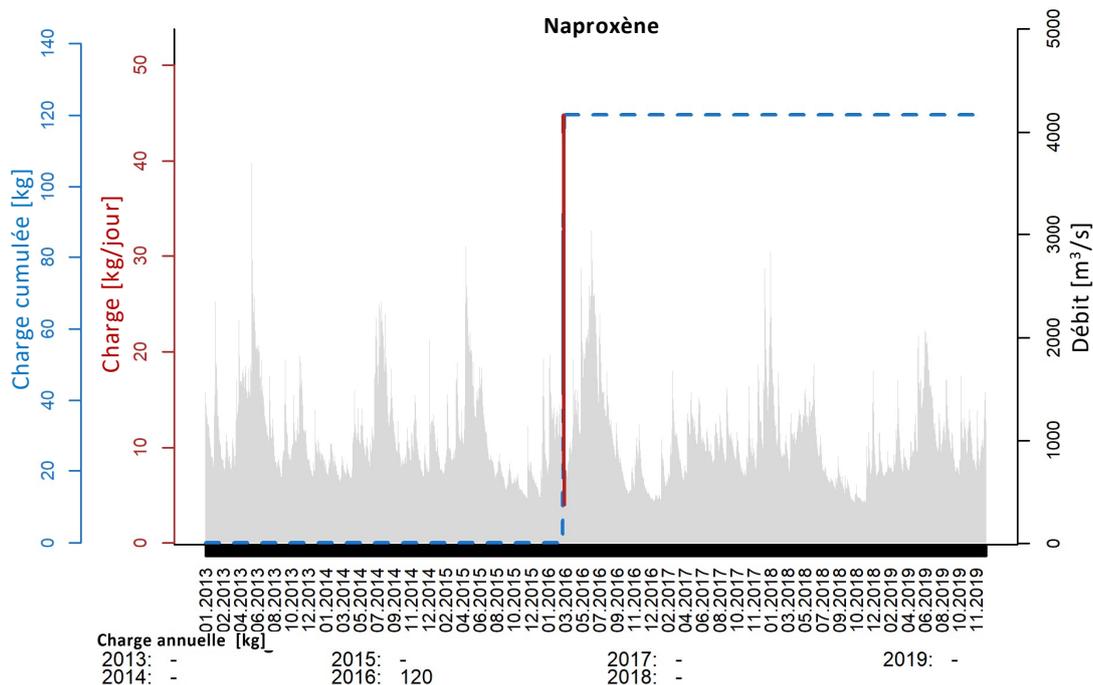


Fig. 23 Profil temporel du naproxène pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalement survenu : mars 2016.

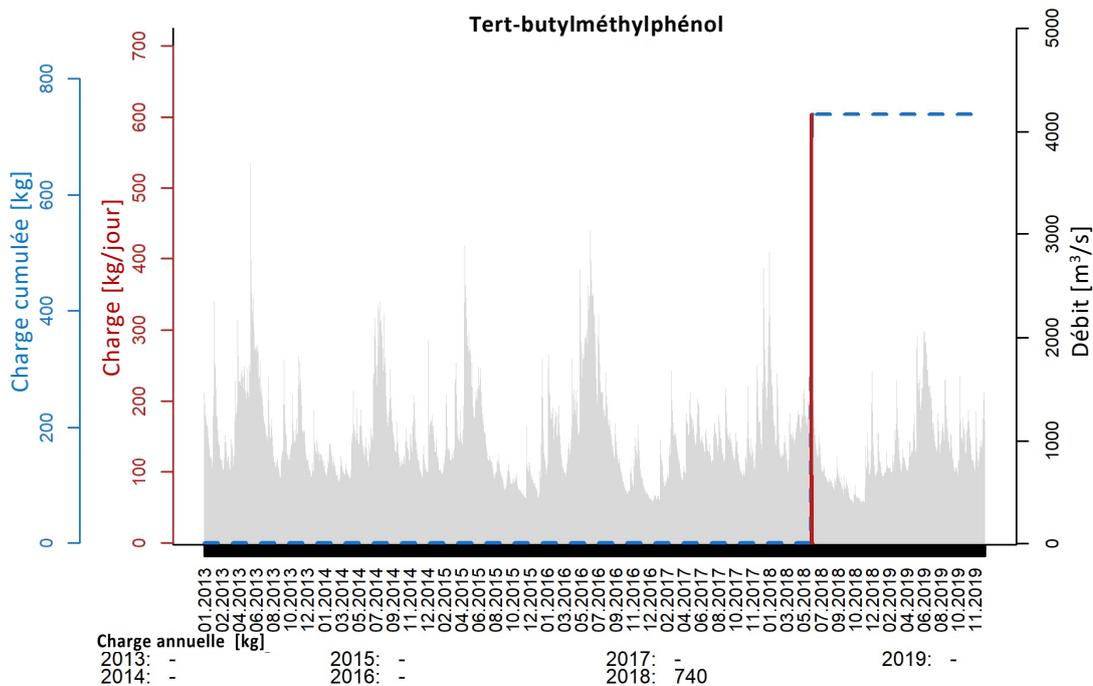


Fig. 24 Profil temporel du tert-butylméthylphénol pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalement survenu : juin à juin 2018

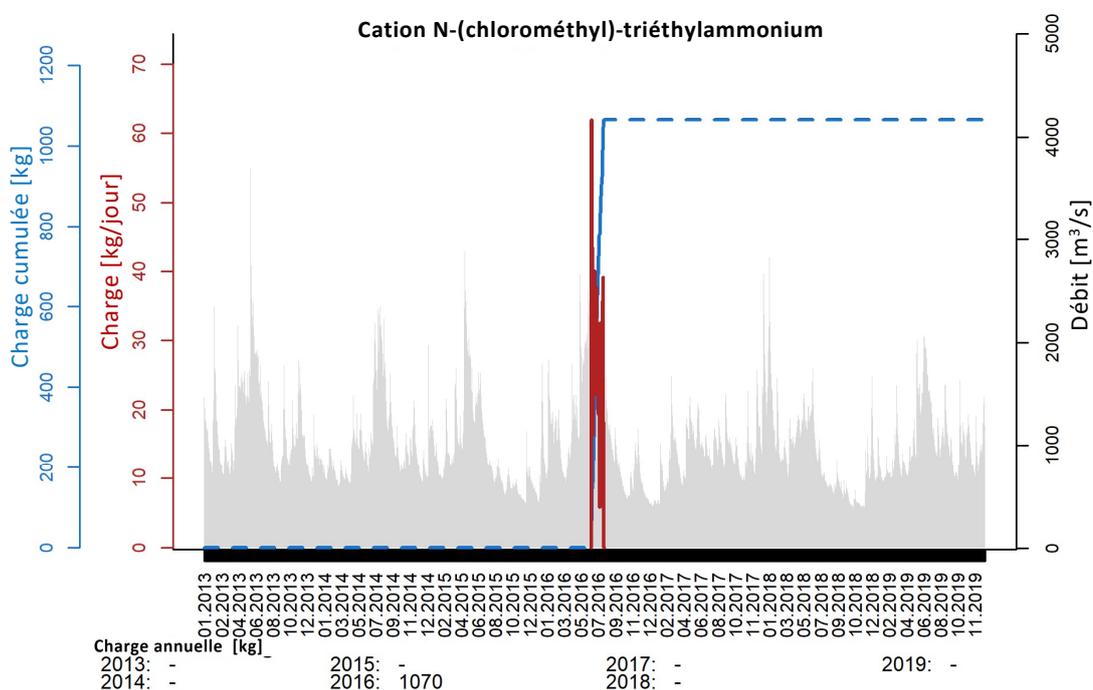


Fig. 25 Profil temporel du cation N-(chlorométhyl)-triéthylammonium pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalement survenu : juin à juillet 2016

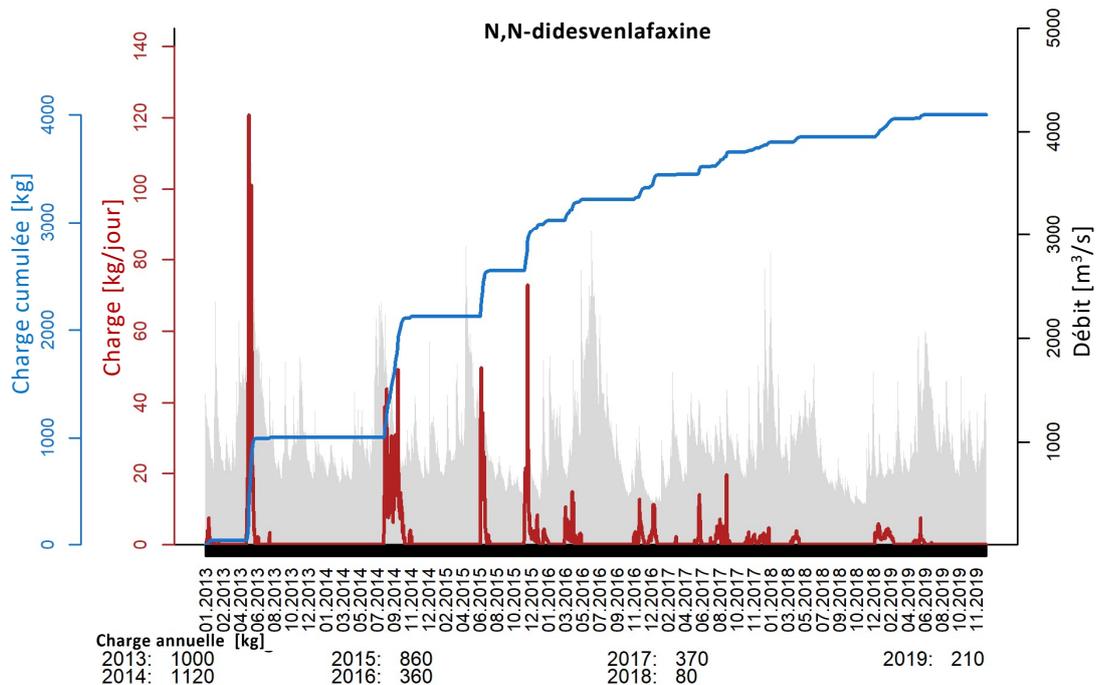


Fig. 26 Profil temporel du N,N-didesvenlafaxine pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalement survenu : novembre 2015.

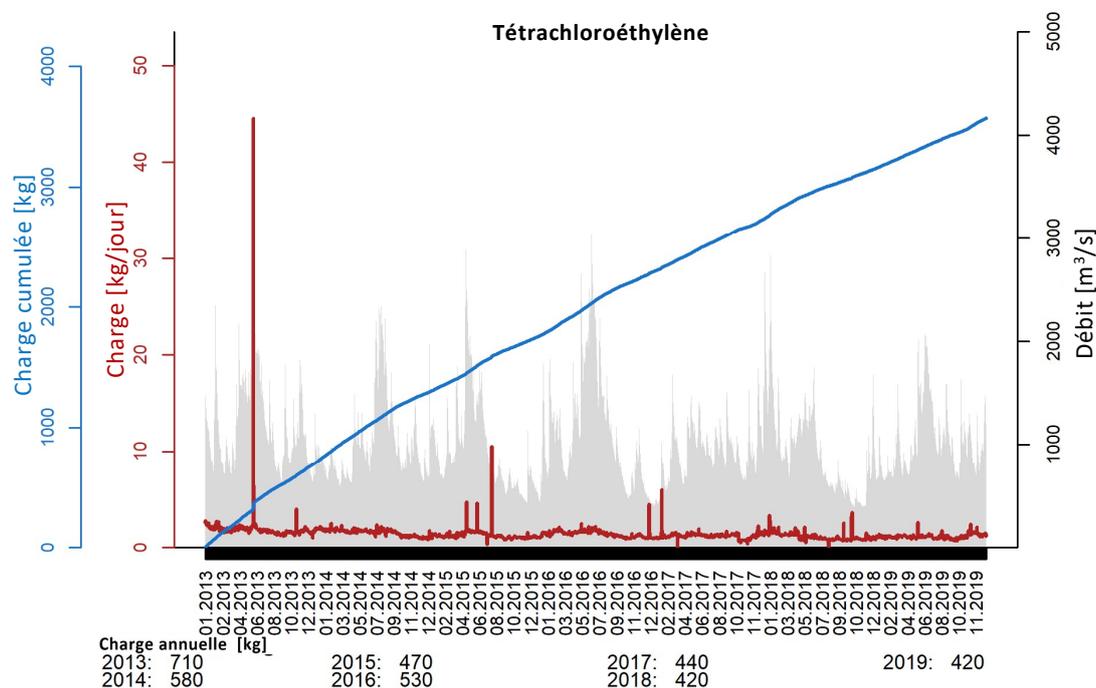


Fig. 27 Profil temporel du tétrachloroéthylène pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalement survenu : juin 2013

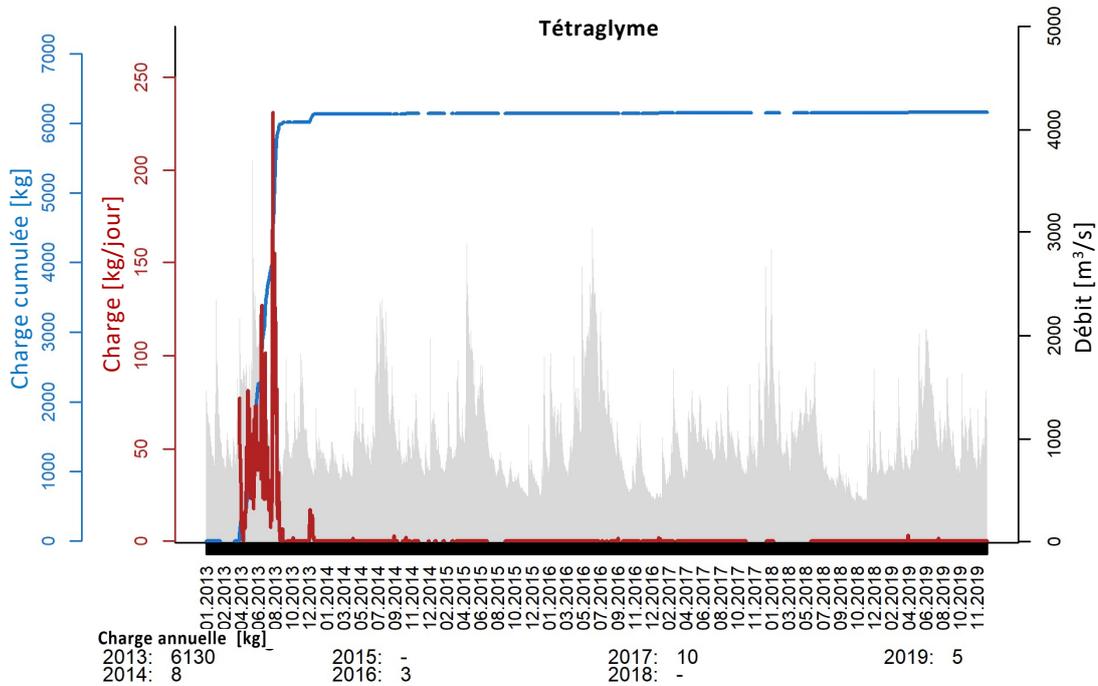


Fig. 28 Profil temporel du tétraglyme pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalement survenu : août 2013

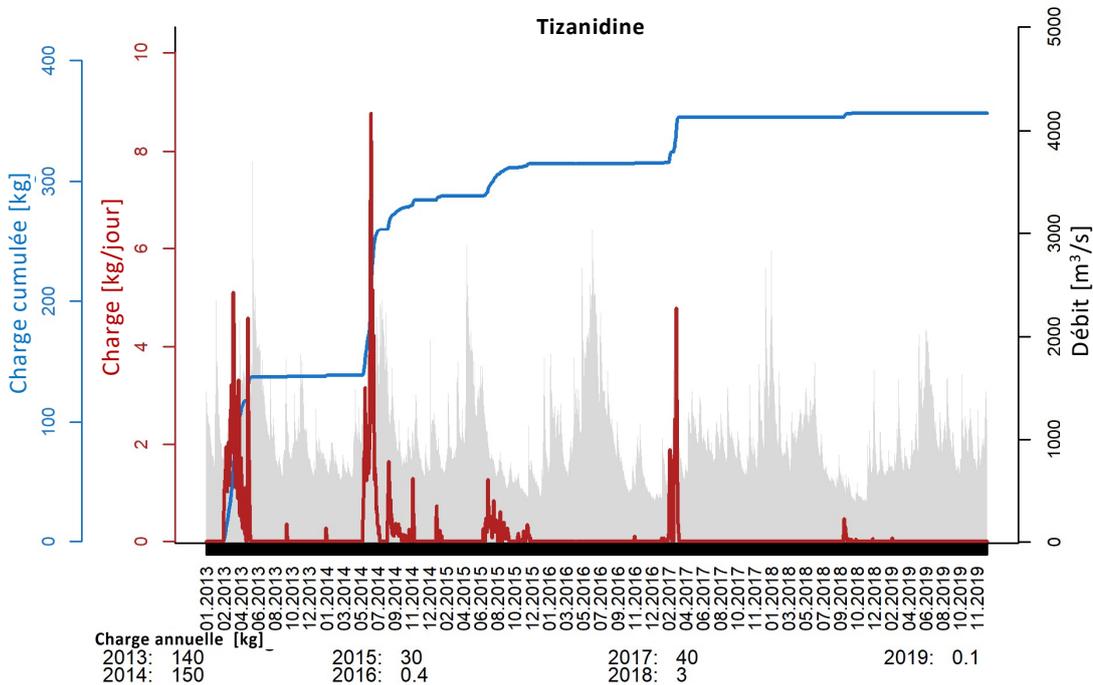


Fig. 29 Profil temporel du tizanidine pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalement survenu : juin à juillet 2014.

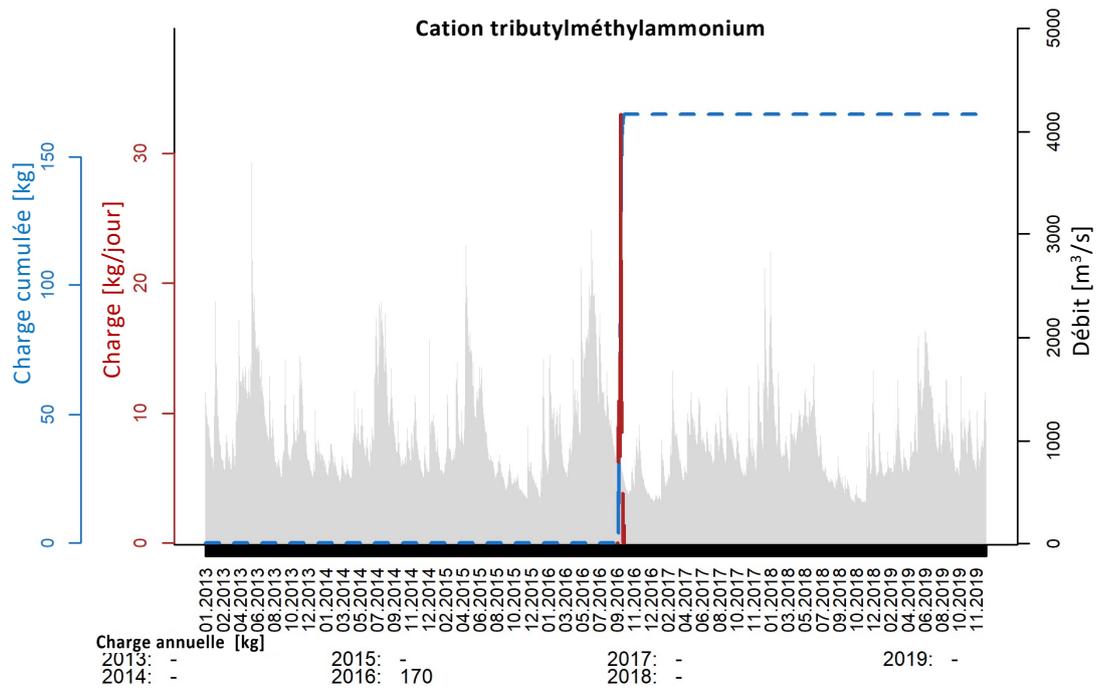


Fig. 30 Profil temporel du cation tributylméthylammonium pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalement survenu : septembre à octobre 2016

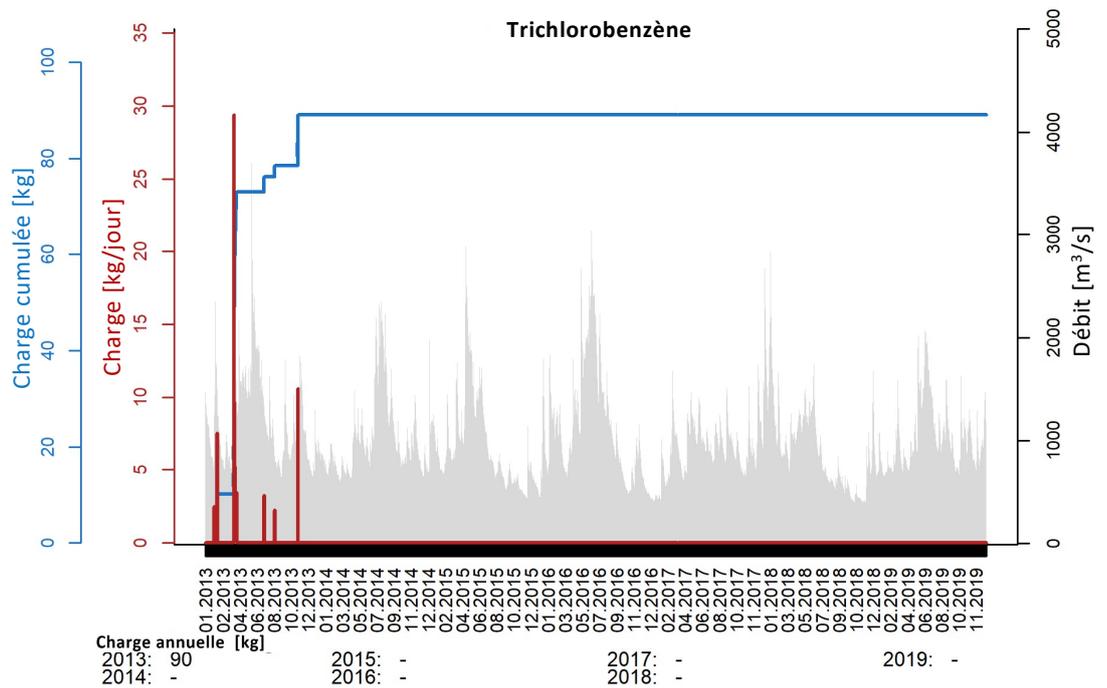


Fig. 31 Profil temporel du trichlorobenzène pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalement survenu : avril 2013

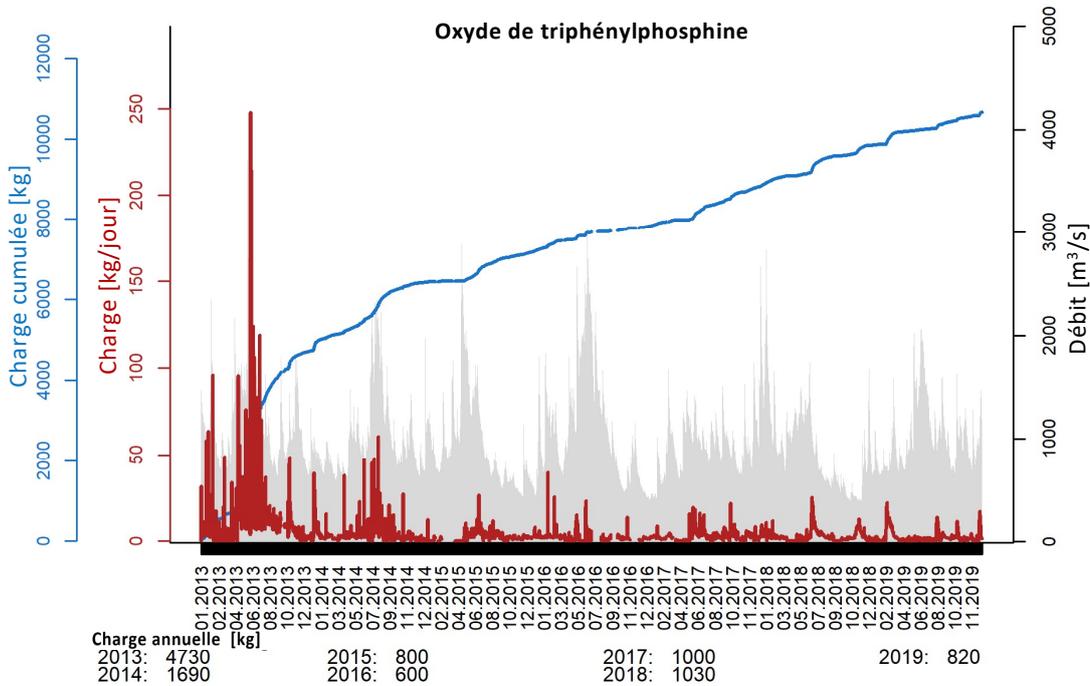


Fig. 32 Profil temporel de l'oxyde de triphénylphosphine pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalement survenu : juin 2013.

Signalements récurrents

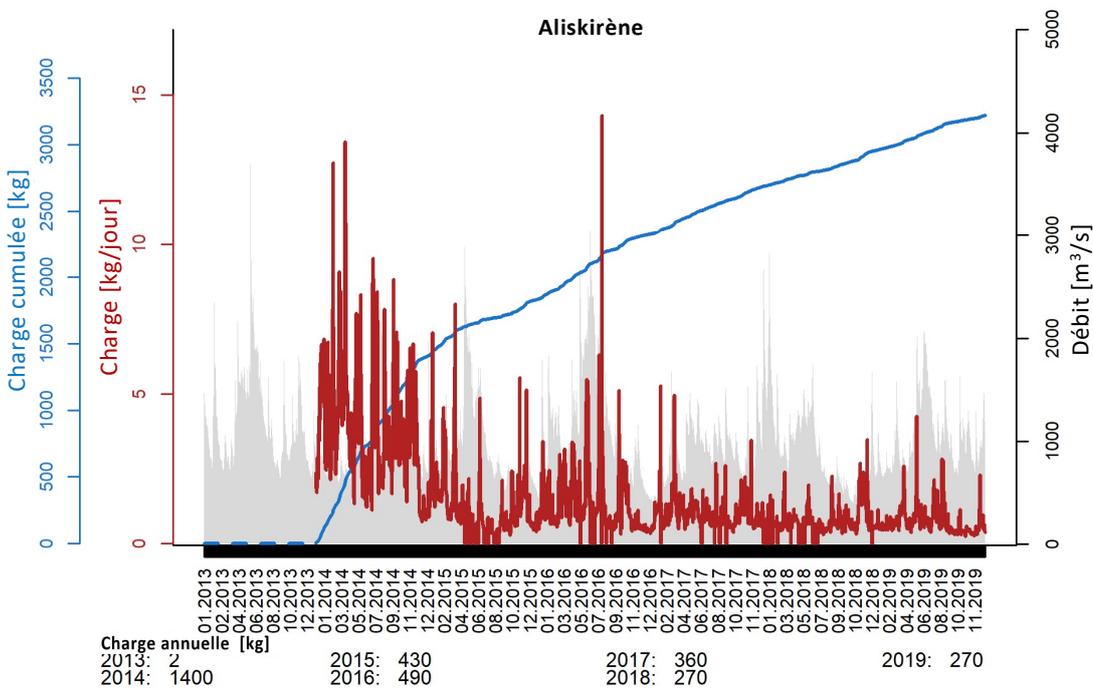


Fig. 33 Profil temporel de l'aliskirène pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalements survenus : (i) février à mars 2014, (ii) mars 2014, (iii) avril 2014.

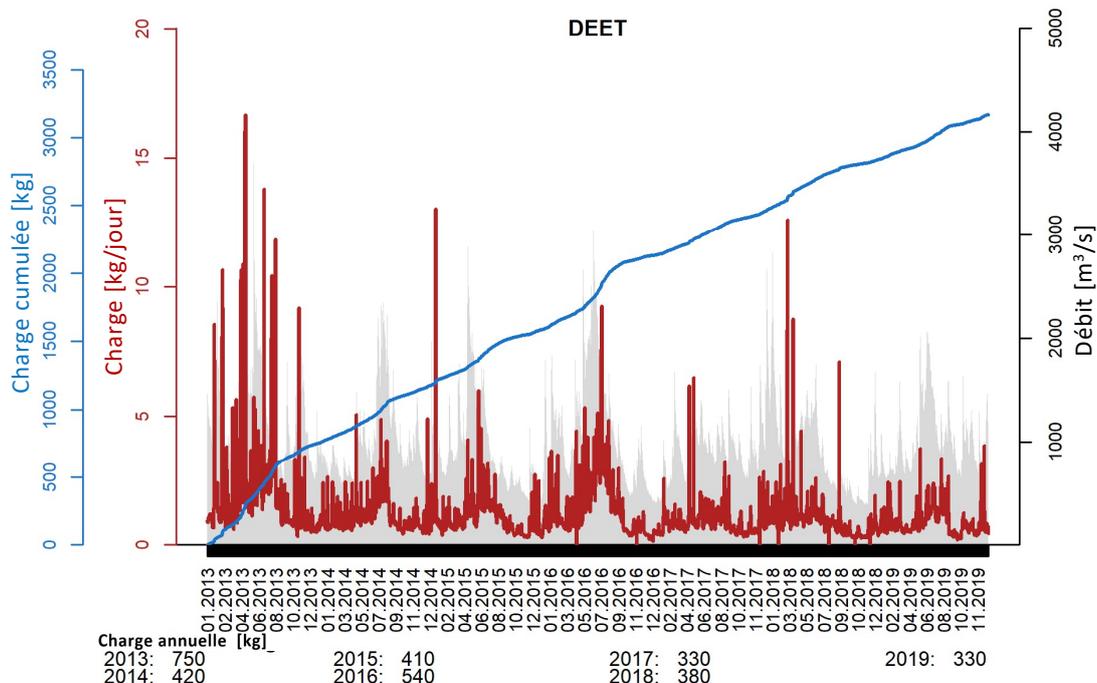


Fig. 34 Profil temporel du DEET pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalements survenus : (i) janvier 2013, (ii) février 2013, (iii) mai 2013, (iv) août 2013, (v) août 2018, (vi) novembre à décembre 2020.

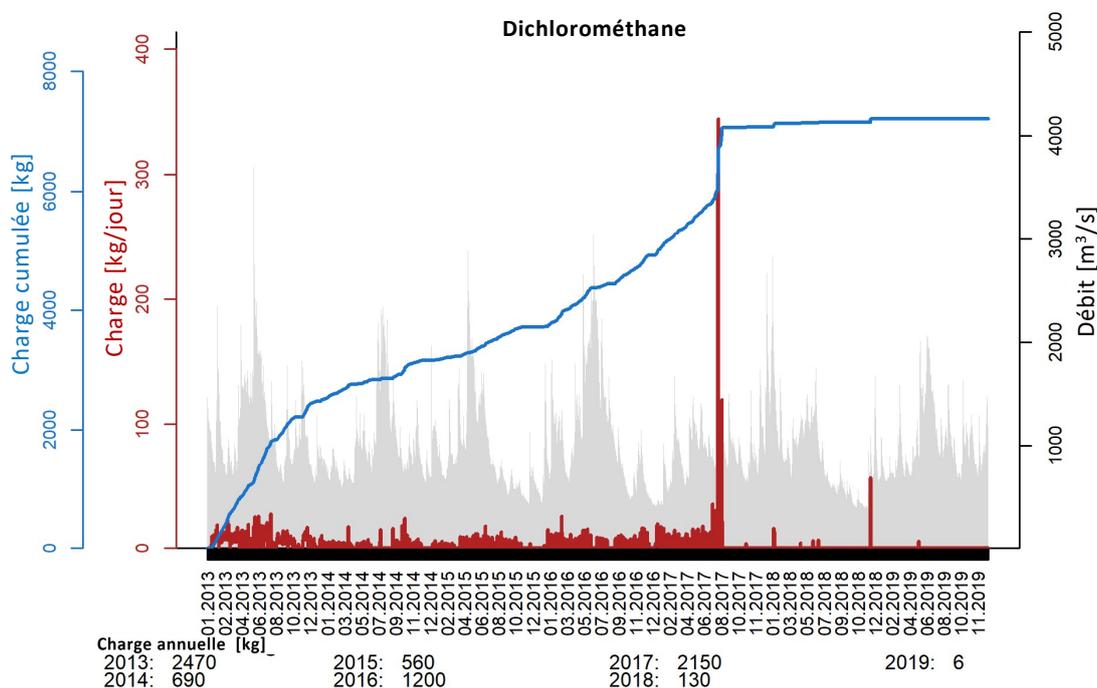


Fig. 35 Profil temporel du dichlorométhane pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalements survenus : (i) février à mars 2013, (ii) janvier 2017, (iii) juillet à août 2017, (iv) décembre 2018.

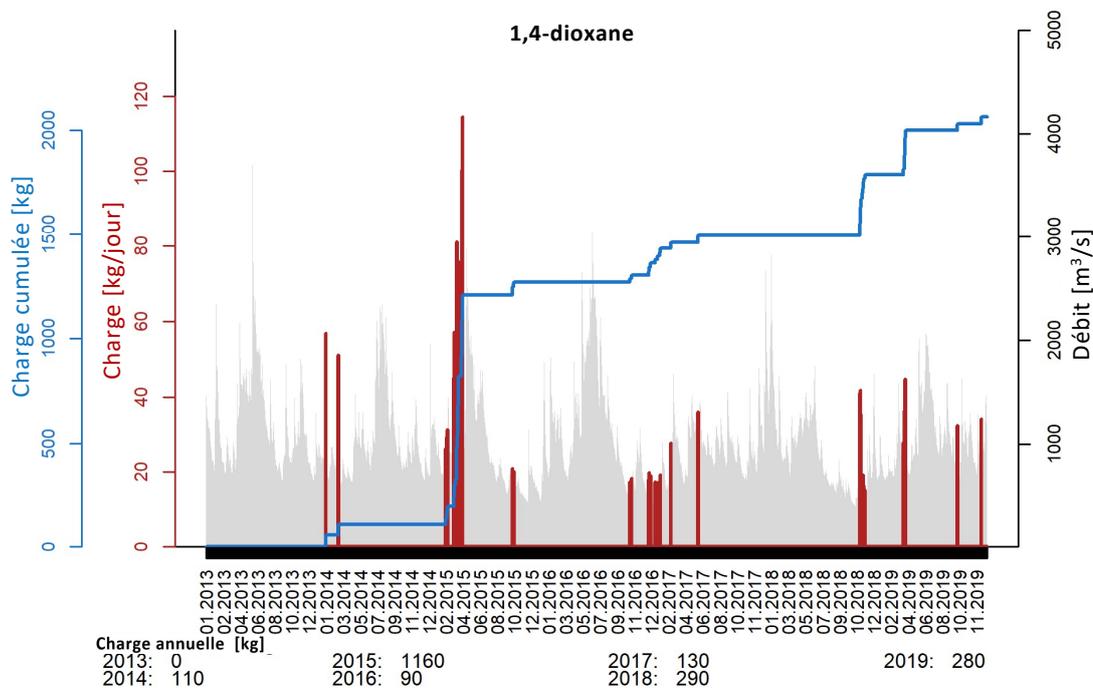


Fig. 36 Profil temporel du 1,4-dioxane pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalements survenus : (i) mars à avril 2015, (ii) novembre 2018.

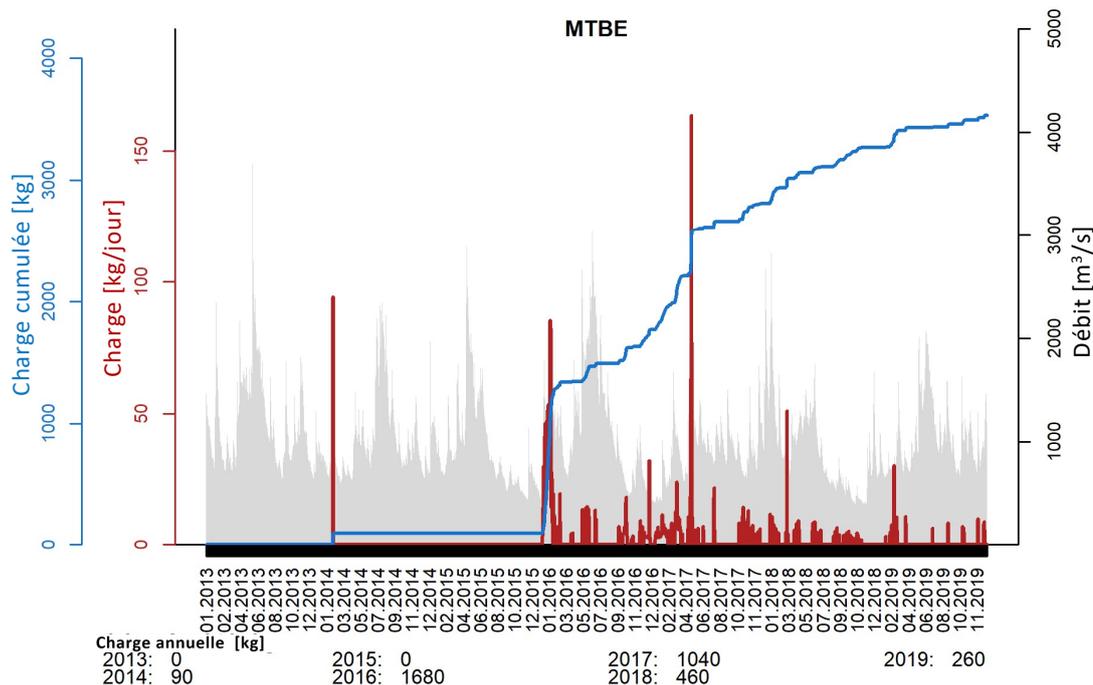


Fig. 37 Profil temporel du MTBE pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalements survenus : (i) février 2014, (ii) janvier à février 2016, (iii) mai 2017.

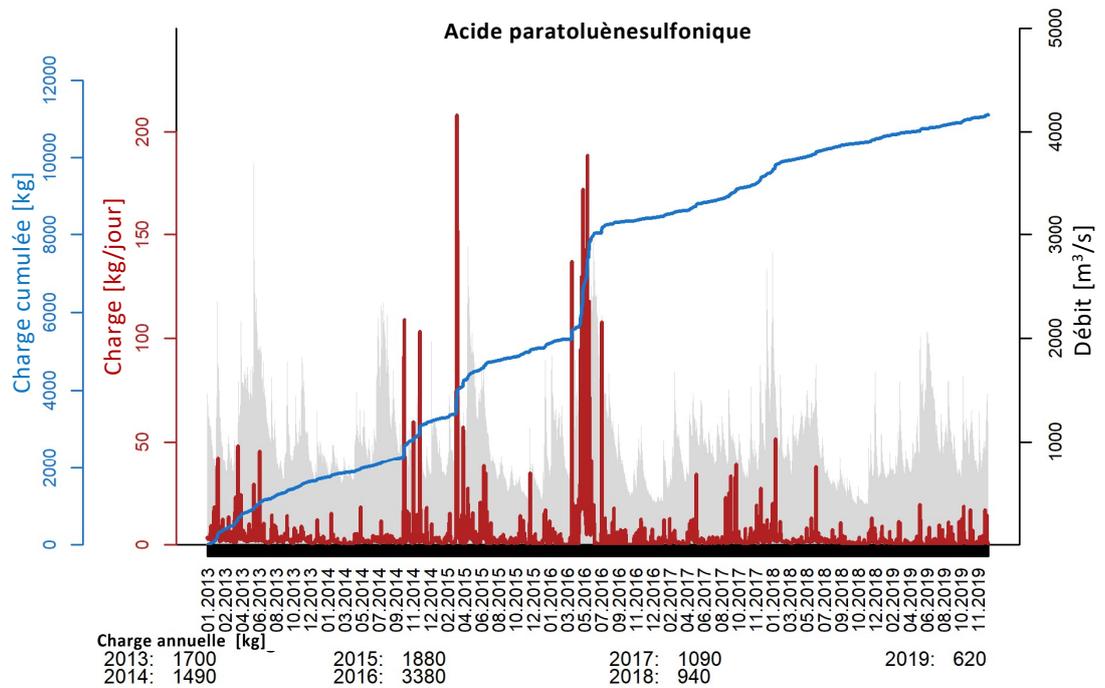


Fig. 38 Profil temporel de l'acide paratoluènesulfonique pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalements survenus : (i) octobre 2014, (ii) mars 2015, (iii) avril 2016, (iv) mai 2016, (v) mai à juin 2016.

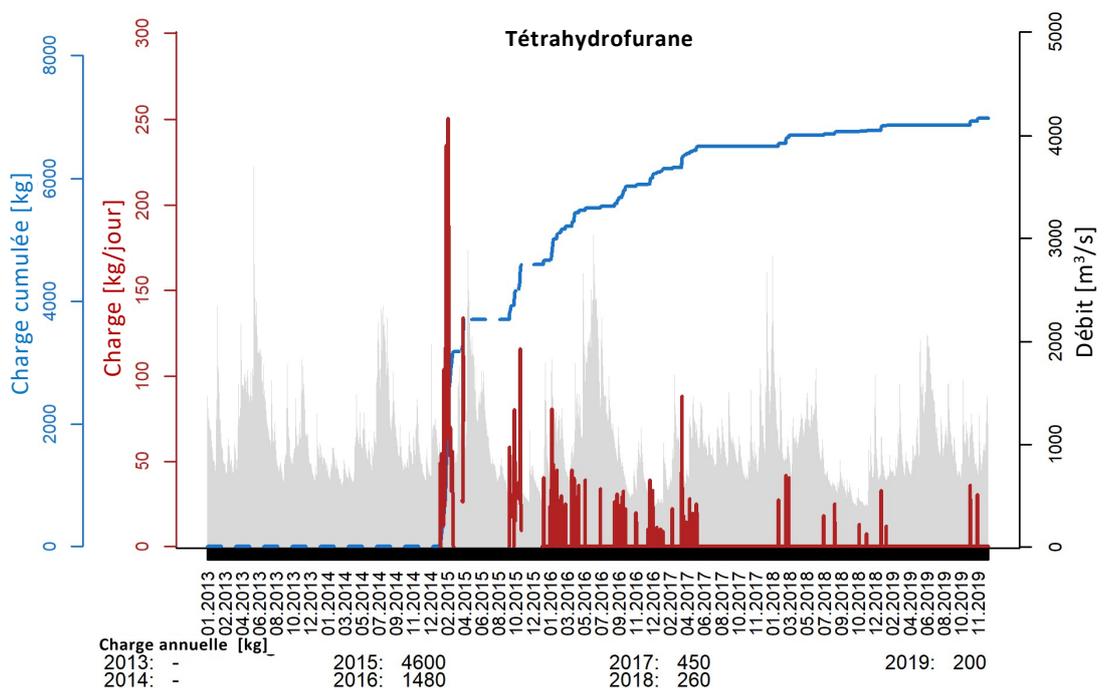


Fig. 39 Profil temporel du tétrahydrofurane pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalements survenus : (i) février à mars 2015, (ii) avril 2015, (iii) octobre 2015, (iv) octobre 2015, (v) décembre 2016, (vi) mars à avril 2017.

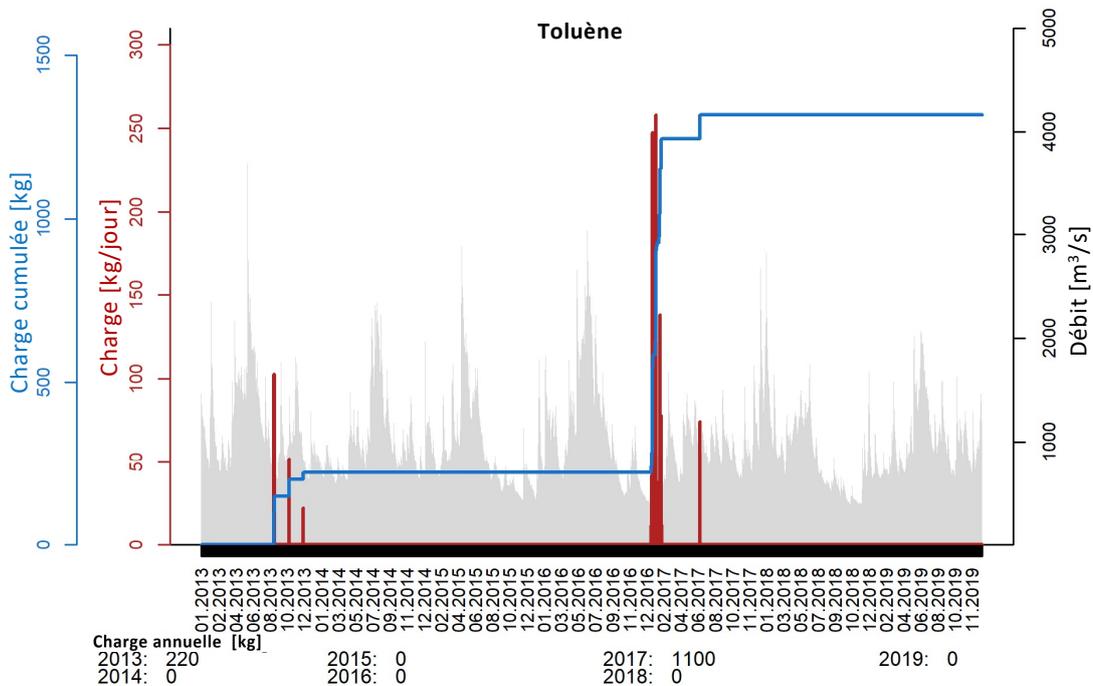


Fig. 40 Profil temporel du toluène pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps. Signalements survenus : (i) août 2013, (ii) janvier à février 2017, (iii) mai 2017, (iv) juin 2017.

Rejets continus

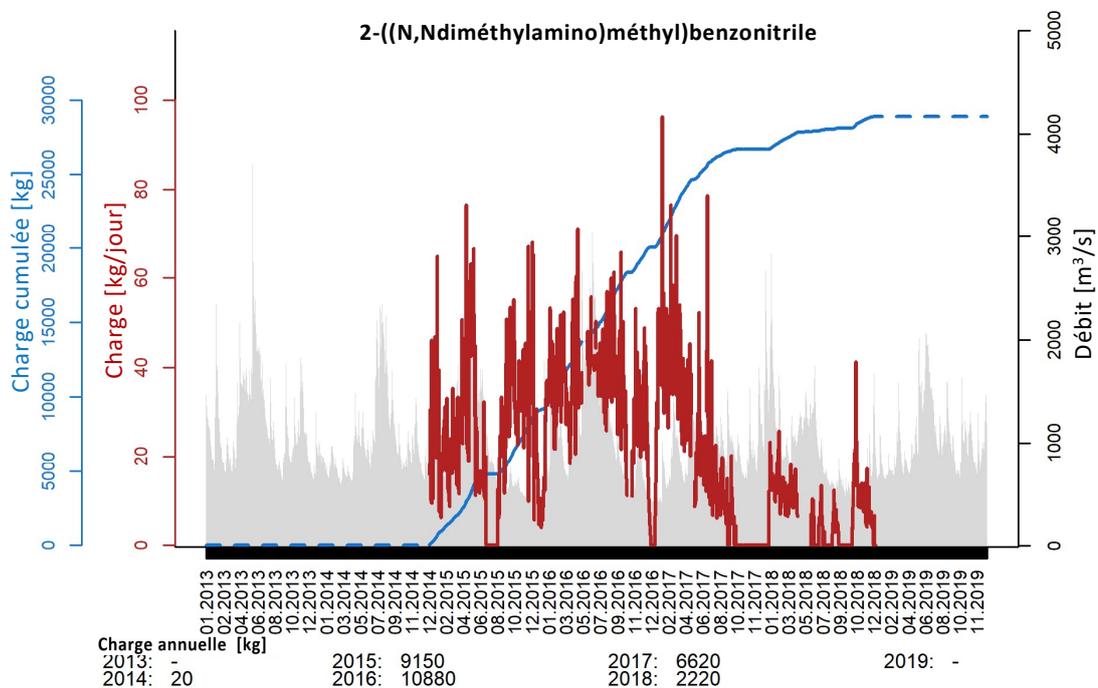


Fig. 41 Profil temporel du 2-((N,Ndiméthylamino)méthyl)benzonnitrile pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps.

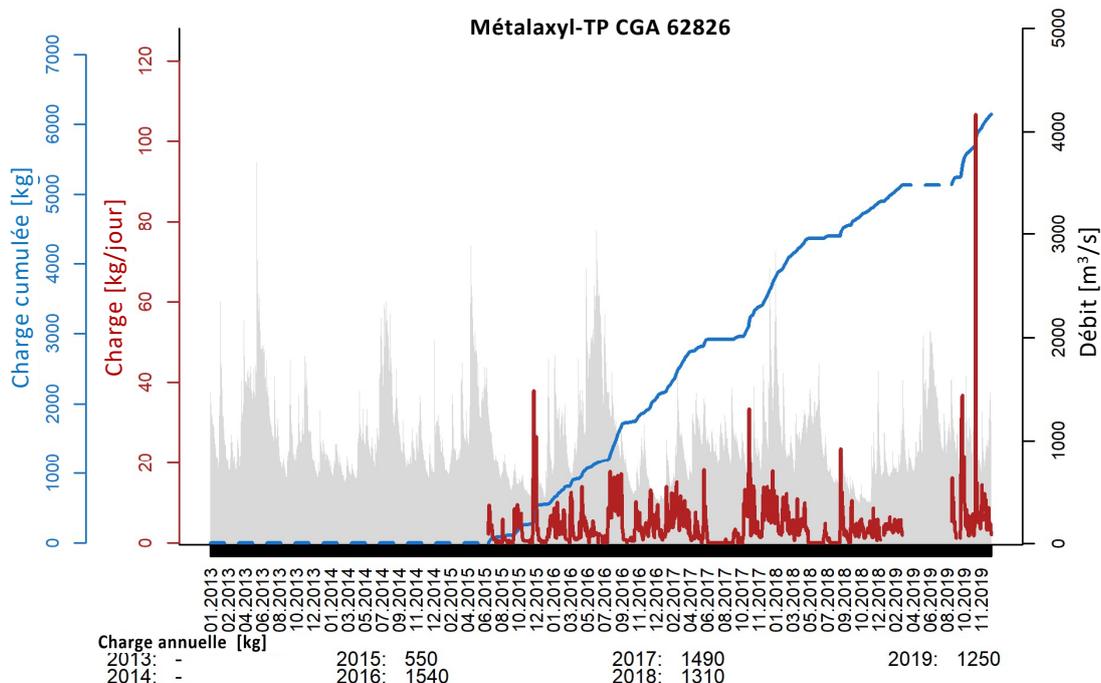


Fig. 42 Profil temporel du métalaxyl-TP CGA 62826 pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps.

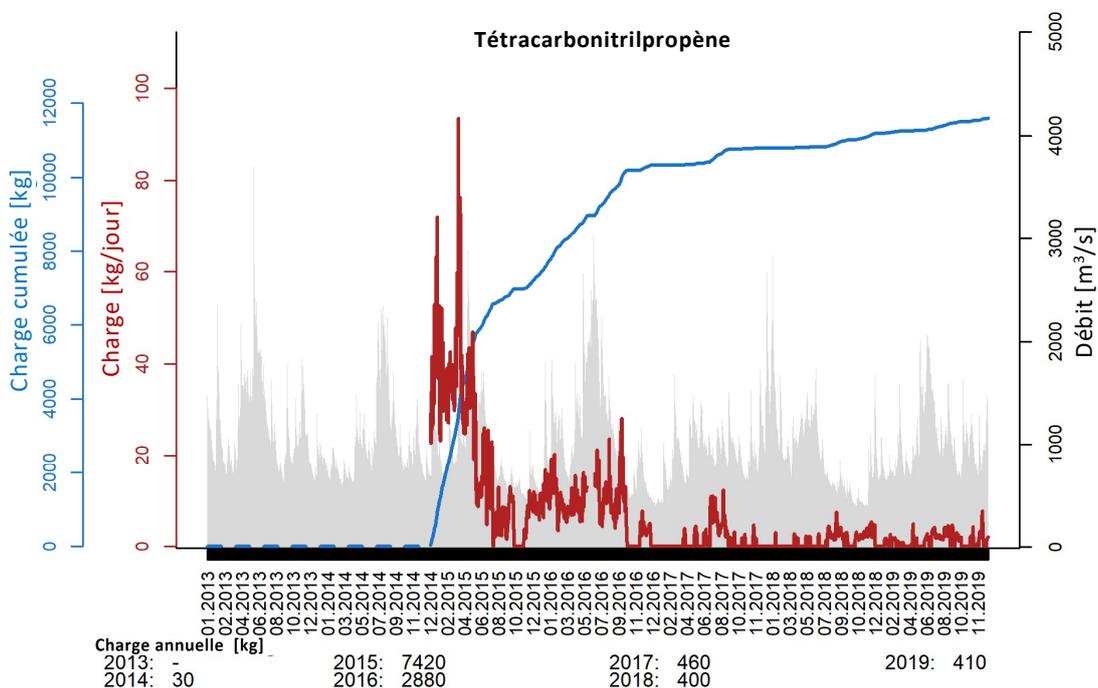


Fig. 43 Profil temporel du tétracarbonitrilpropène pour la période allant du 1.1.2013 au 31.12.2019. La ligne discontinue pour la charge journalière (rouge) et la ligne en pointillé pour la charge cumulée (bleu) indiquent que cette substance n'a pas été mesurée dans ce laps de temps.

A6. Fiches descriptives des secteurs et processus pertinents à l'échelle nationale

Traitement physico-chimique de déchets spéciaux liquides

Substances et processus pertinents pour les eaux usées

Activités et processus industriels pertinents pour les eaux usées	<ul style="list-style-type: none">• Les entreprises de cette branche sont des entreprises spécialisées équipées d'installations de traitement physico-chimique de déchets spéciaux organiques et inorganiques liquides. Les émulsions et boues contenant des huiles sont d'autres déchets produits à traiter.• Le traitement de ces déchets génère des eaux usées par intermittence. Les substances, qui ne peuvent pas être éliminées efficacement avec ces installations de traitement, restent dans les eaux usées.
Caractérisation des substances	<ul style="list-style-type: none">• Très large spectre de substances en raison du grand nombre d'entreprises livrant des déchets et provenant de secteurs différents. La dynamique des substances dépend de la composition et de la fréquence de variation des déchets spéciaux.
Exemples de substances	<ul style="list-style-type: none">• Mélange complexe à très large spectre de substances (souvent inconnues) : p. ex. solvants, substances actives, produits intermédiaires, désinfectants, additifs, additifs utilisés dans les bains, lubrifiants réfrigérants, huile/graisse, émulsions, etc.
Conditions de déversement	<ul style="list-style-type: none">• Dispositions et exigences générales selon l'annexe 3.2 OEaux et exigences particulières posées envers les entreprises d'approvisionnement et d'élimination (désargentage des bains de fixage, désargentage des bains de fixage avec blanchiment).• Autres exigences spécifiques éventuelles des différents cantons.
Présence de la branche et tailles des entreprises	<ul style="list-style-type: none">• En Suisse, il existe moins de 30 entreprises spécialisées dans le traitement physico-chimique¹¹⁴.
Résultats d'analyse et autres indications	
Résultats d'analyse de substances dans les eaux	<ul style="list-style-type: none">• Aucun résultat d'analyse connu dans les eaux (pas d'analyses systématiques).

¹¹⁴ Übersicht über die Schweizer Sonderabfallentsorgung und Grobanalyse des Wassergefährdungspotentials, EBP Schweiz AG, August 2018 (en allemand).

Résultats d'analyses de substances dans les effluents de STEP	<ul style="list-style-type: none"> Aucun résultat d'analyse connu dans les effluents de STEP (pas d'analyses systématiques).
Remarques complémentaires	<ul style="list-style-type: none"> Les rejets d'eaux usées peuvent perturber ou compliquer le fonctionnement de STEP centrales, p. ex. inhibition de la nitrification, pics de phosphores dans les STEP communales en raison de composés avec du P (hypophosphite/phosphonates) qui ne peuvent pas être précipités avec du FeCl₃. Des charges accrues d'azote et de carbone peuvent également survenir. Avec des composés organiques difficilement dégradables, la STEP centrale peut avoir des difficultés à respecter les valeurs limites de COD.
Mesures d'exploitation	
Mesures techniques	<ul style="list-style-type: none"> Traitement physico-chimique des déchets spéciaux inorganiques (via des processus de précipitation/floculation, élimination de cyanure, etc.) dimensionné pour les métaux lourds, le cyanure et d'autres substances selon l'annexe 3.2 OEaux; l'élimination de micropolluants est peu efficace avec ces procédés de traitement. Le traitement de déchets spéciaux organiques se fait à l'aide de procédés par oxydation (p. ex. oxydation Fenton ou hydrolyse à pression) ou thermiquement (dans des incinérateurs de déchets spéciaux).
Conditions-cadres relatives à l'organisation / au personnel	<ul style="list-style-type: none"> Les connaissances et la longue expérience du personnel des usines d'élimination des déchets spéciaux (notamment pour l'exploitation de l'installation physicochimique) sont précieuses.

Évaluation globale

- Branche et processus représentés au niveau local avec quelques entreprises, mais d'intérêt national (car des déchets spéciaux provenant de toute la Suisse sont traités dans ces installations).
- Apports de substances probables dans les eaux.

Production et transformation de produits chimiques et pharmaceutiques

Substances et processus pertinents pour les eaux usées

Activités et processus industriels pertinents pour les eaux usées

- Les entreprises de ce secteur effectuent plus particulièrement les activités suivantes : production (synthèse), transformation (confection, élaboration, emballage).
- Les produits suivants sont fabriqués et transformés : produits phytosanitaires, peintures, laques, vitamines, parfums, produits cosmétiques, produits de nettoyage et détergents, produits de désinfection, substances actives et produits diagnostiques, médicaments (galéniques), chimie fine, spécialités et autres produits chimiques et pharmaceutiques. Recherche et développement (laboratoires). Les substances actives sont aussi de plus en plus fabriquées par voie biotechnologique.
- Les eaux usées industrielles sont essentiellement produites par intermittence lors du nettoyage des installations, mais également lors de l'extraction aqueuse au cours du processus de fabrication.

Caractérisation des substances

- Globalement, de nombreuses substances différentes sont utilisées dans cette branche, aussi bien lors de la fabrication que de la transformation.
- Les entreprises qui fabriquent des substances actives (synthèse) peuvent être réparties dans deux domaines : (i) entreprises ayant une production constante (produits phares) pendant une période prolongée, (ii) entreprises changeant de campagnes de production en fonction des commandes (p. ex. entreprises sous-traitantes travaillant sur des campagnes pendant plusieurs semaines ou années).
- En ce qui concerne les entreprises transformatrices (confection, formulation, emballage), le nombre de substances utilisées est généralement plus faible que pour la production (synthèse).
- Les substances chimiques fabriquées (produits, substances actives), utilisées (p. ex. produits de départ, solvants, excipients) et transformées sont en grande partie connues des entreprises, mais pas l'ensemble des produits de réaction, de transformation, intermédiaires et annexes.

	<ul style="list-style-type: none"> • Des quantités en partie importantes de substances sont généralement utilisées dans les grandes entreprises.
Exemples de substances	<ul style="list-style-type: none"> • Substances fabriquées (p. ex. produits phytosanitaires et médicaments), utilisées (p. ex. produits de départ, solvants, excipients, catalyseurs) et transformées (produits), produits intermédiaires, annexes et de transformation. • D'autres excipients tels que les tampons, les antibiotiques (pour la sélection de microorganismes), les substances antivirales, etc. sont utilisés dans la branche des biotechnologies.
Conditions de déversement	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositions et exigences générales selon l'annexe 3.2 OEaux et exigences particulières posées envers l'industrie chimique (fabrication de chlore par électrolyse chlore-alkali; fabrication de pigments de cadmium) et processus impliquant l'utilisation ciblée de microorganismes pathogènes. • Autres exigences spécifiques éventuelles des différents cantons (p. ex. canton du Valais¹¹⁵).
Présence de la branche et tailles des entreprises	<ul style="list-style-type: none"> • La branche de la chimie, de la pharmacie et de la biotechnologie est représentée dans toute la Suisse, avec quelques concentrations géographiques. • Certains grands parcs et zones dédiés à la chimie : c'est-à-dire peu de très grandes entreprises, quelques grandes entreprises et de nombreuses moyennes et petites entreprises. • La biotechnologie est de plus en plus représentée en Suisse.
Résultats d'analyse et autres indications	
Résultats d'analyse de substances dans les eaux	<ul style="list-style-type: none"> • Des apports de substances aussi bien provoqués par l'industrie chimico-pharmaceutique productrice que transformatrice ont été détectés à plusieurs reprises dans les eaux (par la station de surveillance du Rhin près de Bâle ou lors d'analyses cantonales, par exemple).

¹¹⁵ Groupe « Stratégie micropolluants VS ». Ligne directrice. <https://www.vs.ch/documents/19415/2291613/Ligne+directrice+du+groupe+stratégie+micropolluants+VS/db84220c-5e3e-4602-aa35-0c36ab36dd87?t=1576833739837> [26.4.2021]

Résultats d'analyses de substances dans les effluents de STEP	<ul style="list-style-type: none"> Des traces de substances aussi bien provoquées par l'industrie chimico-pharmaceutique productrice que transformatrice ont été constatées à plusieurs reprises dans les effluents de STEP.
Remarques complémentaires	<ul style="list-style-type: none"> Des rejets d'eaux usées provenant de ces entreprises peuvent perturber ou compliquer le fonctionnement de STEP communales (pics de pH, formation de mousse, perturbation de la biologie).

Mesures d'exploitation

Mesures techniques	<ul style="list-style-type: none"> La gestion des eaux usées est primordiale en raison de la composition complexe et variable des eaux usées. Installation de prétraitement des eaux usées pas toujours dimensionnée pour l'élimination de micropolluants (p. ex. neutralisation, précipitation/floculation); traitement biologique également limité dans ce domaine. Procédés étendus de plus en plus utilisés : procédés par oxydation et d'adsorption (p. ex. sur charbon actif), évaporation des eaux usées.
Conditions-cadres relatives à l'organisation / au personnel	<ul style="list-style-type: none"> Les grandes entreprises et les entreprises ayant des impacts sur le fonctionnement des STEP ont tendance à se distinguer des autres.

Évaluation globale

- Importance nationale (entreprises de petite à grande taille).
- Outre les substances détectées, d'autres apports dans les eaux sont probables.

Traitement de surfaces métalliques/galvanisation

Substances et processus pertinents pour les eaux usées

Activités et processus industriels pertinents pour les eaux usées	<ul style="list-style-type: none">• Les entreprises de ce secteur effectuent plus particulièrement les activités suivantes : (i) traitement mécanique (p. ex. usinage), (ii) traitement de surface (p. ex. dégraissage/nettoyage, décapage mécanique et chimique), (iii) revêtement de surface (p. ex. phosphatation, anodisation, galvanisation).• Des processus de galvanisation sont utilisés pour la fabrication de circuits imprimés.• Des agents de refroidissement, de lubrification et de nettoyage peuvent être utilisés dans l'industrie des machines lors de l'usinage mécanique.• Les grandes entreprises des secteurs de l'ingénierie mécanique, l'électrotechnique et la construction métallique disposent en partie de leurs propres processus de revêtement de surface / galvanisation (mais ce sont généralement des applications rares).• Les eaux usées industrielles sont généralement produites pendant le rinçage après le traitement des surfaces, le nettoyage de pièces métalliques, des machines, des outils et des installations (postes de travail) ainsi que lors du rinçage après le dégraissage et le traitement mécanique (p. ex. polissage). Les eaux usées sont produites de manière intermittente.
Caractérisation des substances	<ul style="list-style-type: none">• Des produits contenant différents composants sont utilisés (p. ex. additifs utilisés dans les bains, lors de l'usinage mécanique ou du dégraissage). Ces produits sont bien adaptés les uns aux autres dans l'exploitation et changent rarement. Nous ne savons pas clairement si les différents composants sont connus de l'exploitation (c'est la fonctionnalité du produit qui importe et moins ses différents composants). Des informations issues de fiches de données de sécurité sont généralement présentes, mais sont limitées en ce qui concerne les composants
Exemples de substances	<ul style="list-style-type: none">• Additifs dans les bains de traitement (p. ex. anticorrosifs, complexants, lustrants, stabilisateurs), lubrifiants réfrigérants (p. ex. biocides, substances aminées), détergents

	<p>(p. ex. tensioactifs fluorés), composés de chrome, titane et zirconium.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Là où des pièces de fabrication sont dégraissées pour la suite de la transformation (revêtement en poudre, galvanisation), des huiles et des graisses (lubrifiants réfrigérants, huiles pour emboutissage profond, inhibiteurs de corrosion, etc.) parviennent dans les eaux usées.
Conditions de déversement	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositions et exigences générales selon l'annexe 3.2 OEaux et exigences particulières posées envers le traitement de surface / la galvanisation (utilisation de 1,2-dichloroéthane, trichloréthylène, tétrachloroéthylène pour le dégraissage des métaux), autres exigences posées envers les substances individuelles (cyanure, métal) dans le domaine du traitement des surfaces. • Les exigences chiffrées figurant à l'annexe 3.2 OEaux (p. ex. cyanure, métaux) sont généralement bien respectées selon les autorités d'exécution (la situation s'est considérablement améliorée au cours des 20 dernières années). • Autres exigences spécifiques éventuelles des différents cantons.
Présence de la branche et tailles des entreprises	<ul style="list-style-type: none"> • Le traitement des métaux est effectué dans de nombreuses petites entreprises, quelques moyennes entreprises et certaines grandes entreprises. • Les entreprises sont représentées dans toute la Suisse, avec quelques concentrations géographiques. • Il s'agit souvent de fournisseurs d'entreprises évoluant dans les domaines de l'ingénierie mécanique, l'électrotechnique, la construction métallique et les instruments de précision.
Résultats d'analyse et autres indications	
Résultats d'analyse de substances dans les eaux	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun résultat d'analyse connu dans les eaux (pas d'analyses systématiques).
Résultats d'analyses de substances dans les effluents de STEP	<ul style="list-style-type: none"> • Tensioactifs fluorés
Remarques complémentaires	<ul style="list-style-type: none"> • Des rejets d'eaux usées peuvent perturber ou compliquer le fonctionnement de STEP communales. Exemples : substances organiques en partie très difficilement dégradables, accumulation de métaux lourds

dans les digesteurs, pics de pH à l'entrée des STEP (si pas de traitement préalable interne ou traitement insuffisant), perturbation de l'étape biologique (p. ex. inhibition des organo-sulfures), concentrations accrues de métaux lourds dans les boues d'épuration.

Mesures d'exploitation

Mesures techniques

- Le prétraitement des eaux usées est principalement dimensionné pour le pH, les métaux lourds, le cyanure et d'autres substances selon l'annexe 3.2 OEaux; les micropolluants ne sont probablement pas éliminés avec les procédés couramment utilisés.
- Produits chimiques utilisés pour le traitement des eaux usées : Les organo-sulfures tels que le trimercaptotriazine trisodique et le diméthyl dithiocarbamate de sodium sont très fréquemment utilisés, les agents de floculation employés contiennent des additifs potentiellement pertinents..
- Les bains actifs et les liquides provenant d'installations en circuits fermés sont éliminés sous forme de déchets spéciaux.
- Les installations sont de plus en plus automatisées dans les entreprises (concerne également le prétraitement des eaux usées), ce qui a des répercussions positives sur la protection de l'environnement au sein de l'entreprise.

Conditions-cadres relatives à l'organisation / au personnel

- Les grandes entreprises et les entreprises ayant des impacts sur le fonctionnement des STEP ont tendance à se distinguer des autres.
- Les petites entreprises occupent parfois des niches « extrêmes » particulièrement exigeantes envers le prétraitement des eaux usées. Cela se répercute positivement sur la protection de l'environnement au sein de l'entreprise.

Évaluation globale

- Importance nationale (entreprises de petite à grande taille).
- Apports de substances probables dans les eaux.

Fabrication et transformation de produits alimentaires

Substances et processus pertinents pour les eaux usées

Activités et processus industriels pertinents pour les eaux usées	<ul style="list-style-type: none">• Les entreprises de ce secteur effectuent les activités suivantes : (i) Transformation de produits alimentaires : p. ex. céréales, poisson, viande/produits carnés, fruits et légumes, lait, etc., (ii) Fabrication de produits alimentaires : p. ex. pâtisseries, plats cuisinés (industrie de la conserve), produits laitiers, alcools et boissons alcoolisées (également vin), boissons sucrées/rafraichissantes.• Les eaux usées sont principalement produites lors du nettoyage et de la désinfection des installations et des contenants (p. ex. dans le secteur des boissons), ainsi que lors du lavage des denrées alimentaires (p. ex. fruits et légumes).• Les eaux usées sont produites de manière intermittente, sauf pour le lavage des fruits et légumes. Les campagnes de transformation et de fabrication saisonnières sont classées dans cette branche.
Caractérisation des substances	<ul style="list-style-type: none">• Les processus de nettoyage et de désinfection sont généralement standardisés. Ils sont basés sur des plans d'hygiène individuels avec des directives d'application et sont rarement modifiés. Les produits utilisés changent donc rarement.
Exemples de substances	<ul style="list-style-type: none">• Les produits de désinfection font partie des substances pertinentes. Citons par exemple les composés d'ammonium quaternaires, les agents d'oxydation tels que le peroxyde et les composés libérant du chlore/brome. Des acides/bases sont souvent utilisés comme produits de nettoyage (p. ex. acide phosphorique, acide nitrique).• Lubrifiants à base d'hydrocarbures contenant des biocides pour le nettoyage des installations (utilisés uniquement dans les lieux où il n'y a pas de contact direct avec les denrées alimentaires).
Conditions de déversement	<ul style="list-style-type: none">• Dispositions et exigences générales selon l'annexe 3.2 OEaux et exigences pour les entreprises séparant les graisses et les huiles (pour le déversement dans les égouts).• Autres exigences spécifiques éventuelles des différents cantons.

Présence de la branche et tailles des entreprises	<ul style="list-style-type: none"> • Le secteur de l'alimentation et des boissons est représenté dans toute la Suisse. Les grandes entreprises sont généralement implantées dans des centres et les petites entreprises en périphérie. • La branche de l'alimentation est très hétérogène. Il existe quelques grandes entreprises (émetteurs directs en partie) et de nombreuses petites et moyennes entreprises (p. ex. fromageries, entreprises transformant les légumes, brasseries).
Résultats d'analyse et autres indications	
Résultats d'analyse de substances dans les eaux	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun résultat d'analyse connu dans les eaux (pas d'analyses systématiques).
Résultats d'analyses de substances dans les effluents de STEP	<ul style="list-style-type: none"> • Du sucralose et de l'acésulfame ont été détectés dans des effluents de STEP (sans être clairement attribuables à une entreprise).
Remarques complémentaires	<ul style="list-style-type: none"> • Les entreprises de cette branche peuvent plus particulièrement perturber ou affecter le fonctionnement des STEP, notamment celles de petite et moyenne taille. P. ex. rapports de nutriments limitants dans l'étape de traitement biologique, pics de charge de carbone organique facilement dégradable (p. ex. lait; les entreprises ignorent souvent cette problématique, car une substance facilement dégradable est assimilée à une substance qui n'affecte pas la STEP), problèmes engendrés par des nutriments (azote, phosphore), pics de pH lors de l'utilisation des produits de désinfection et de nettoyage, pics de phosphore lors de l'utilisation d'acide phosphorique pour le nettoyage, perturbations de la biologie engendrées par des produits de désinfection (une adaptation de la biologie peut être utile), charges élevées de matières solides ou de sang. • Les grands déverseurs classiques (grands pollueurs à cause du carbone organique) proviennent souvent de cette branche.
Mesures d'exploitation	
Mesures techniques	<ul style="list-style-type: none"> • De nombreuses entreprises ont leur propre installation de prétraitement des eaux usées, qui dépend de l'activité exercée : <ul style="list-style-type: none"> ○ Neutralisation et bassin de compensation pour les variations de pH dues aux processus de nettoyage et de désinfection.

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Séparateur de graisses/d'amidon (p. ex. lors de la transformation de produits carnés). ○ Traitement biologique (aérobie, anaérobie) en cas de charges élevées de substances organiques facilement dégradables. ○ Bassins de décantation / rétention des matières solides (p. ex. lors de la transformation de fruits et de légumes). ● Élimination de nutriments (p. ex. lors de la transformation de produits carnés et de lait).
Conditions-cadres relatives à l'organisation / au personnel	<ul style="list-style-type: none"> ● Les entreprises disposent normalement de plans d'hygiène fournis par les fournisseurs des produits de désinfection et de nettoyage avec des consignes d'utilisation. ● Le nettoyage et la désinfection sont standardisés dans les grandes entreprises et changent donc rarement.

Évaluation globale

- Importance nationale (entreprises de petite à grande taille).
- Apports de substances probables dans les eaux.

Blanchisseries

Substances et processus pertinents pour les eaux usées

Activités et processus industriels pertinents pour les eaux usées	<ul style="list-style-type: none">• Les blanchisseries effectuent des nettoyages textiles (toutes sortes de linges).• Le nettoyage à l'eau génère des eaux usées par intermittence.
Caractérisation des substances	<ul style="list-style-type: none">• Dans ces entreprises, les produits utilisés (p. ex. produits de lavage, nettoyage, désinfection) peuvent changer fréquemment. Toutefois, la composition de base de ces produits n'est probablement pas fondamentalement différente. Les substances extraites des textiles lors du lavage changent selon les commandes.
Exemples de substances	<ul style="list-style-type: none">• Les blanchisseries utilisent plus particulièrement des produits de nettoyage et de désinfection. Citons par exemple les produits de nettoyage et de désinfection (HPA, formation d'AOX possible si utilisation d'eau de Javel). Par ailleurs, des substances contenues dans les textiles peuvent être libérées lors du processus de lavage et parvenir dans les eaux usées industrielles.• Nettoyage chimique : des hydrocarbures encore en partie chlorés (p. ex. perchloroéthylène) sont utilisés (mais ils sont généralement éliminés sous forme de déchets spéciaux). L'eau de contact doit être traitée dans l'entreprise avant d'être déversée dans la STEP.
Conditions de déversement	<ul style="list-style-type: none">• Dispositions et exigences générales selon l'annexe 3.2 OEaux• Autres exigences spécifiques éventuelles des différents cantons.• L'exécution généralisée est exigeante dans le domaine de l'artisanat, car il existe de très nombreuses petites entreprises.• Exécution sectorielle grâce à L'Association inspecteurat du nettoyage des textiles en Suisse (AINTS)¹¹⁶
Présence de la branche et tailles des entreprises	<ul style="list-style-type: none">• Secteur représenté dans toute la Suisse par de nombreuses petites et quelques moyennes entreprises.

¹¹⁶ Il existe des accords de coopération dans les cantons suivants : Argovie, Appenzell Rhodes intérieures, Appenzell Rhodes extérieures, Bâle-Campagne, Bâle-Ville, Berne, Genève, Glaris, Jura, Lucerne, Nidwald et Obwald, Soleure, Saint-Gall, Thurgovie, Valais, Zoug et Zurich.

Résultats d'analyse et autres indications

Résultats d'analyse de substances dans les eaux	<ul style="list-style-type: none">• Aucun résultat d'analyse connu dans les eaux (pas d'analyses systématiques).
Résultats d'analyses de substances dans les effluents de STEP	<ul style="list-style-type: none">• Aucun résultat d'analyse connu dans les effluents de STEP (pas d'analyses systématiques).
Remarques complémentaires	<ul style="list-style-type: none">• Les eaux usées peuvent provoquer la formation de mousse dans les STEP ou générer des pics de pH (manque d'analyses systématiques).
Mesures d'exploitation	
Mesures techniques	<ul style="list-style-type: none">• Prétraitement généralement existant : bassin tampon, neutralisation d'eaux usées alcalines (dans les grandes entreprises).
Conditions-cadres relatives à l'organisation / au personnel	<ul style="list-style-type: none">• Les entreprises de moyenne taille prennent généralement mieux en compte la protection de l'environnement au sein de l'entreprise que les petites structures, car ces dernières n'ont pas toujours les effectifs et les ressources financières nécessaires.

Évaluation globale

- Secteur présent dans toute la Suisse (entreprises de petite à grande taille).
- Apports de substances probables dans les eaux.

Métiers de la peinture

Substances et processus pertinents pour les eaux usées

Activités et processus industriels pertinents pour les eaux usées	<ul style="list-style-type: none">• Les entreprises de peintures exécutent des travaux de peinture et de décapage. Les travaux de décapage sont généralement réalisés par des entreprises spécialisées, tandis que les travaux de peinture ont lieu en grande partie sur des chantiers.• Les travaux de peinture produisent des eaux usées lors du nettoyage des outils (p. ex. pinceaux) de manière intermittente. Les travaux de décapage ne produisent plus aucune eau usée ou très peu.
Caractérisation des substances	<ul style="list-style-type: none">• Les produits utilisés dans ces entreprises (p. ex. détergents, peintures et laques) varient souvent.
Exemples de substances	<ul style="list-style-type: none">• Les groupes de substances utilisés dans les entreprises de peinture sont surtout les additifs présents dans les produits utilisés (peinture, laques, etc.), comme des fongicides, algicides, biocides, composés chlorés, pigments, diluants et des agents de décapant.• Aujourd'hui, les agents de décapage sont généralement exempts d'hydrocarbures chlorés.
Conditions de déversement	<ul style="list-style-type: none">• Dispositions et exigences générales selon l'annexe 3.2 OEaux.• Autres exigences spécifiques éventuelles des différents cantons.• L'exécution généralisée est exigeante dans le domaine de l'artisanat, car il existe de très nombreuses petites entreprises. Les contrôles des entreprises de peinture varient selon les cantons : solution sectorielle, autodéclaration, prélèvements ponctuels.
Présence de la branche et tailles des entreprises	<ul style="list-style-type: none">• Représenté dans toute la Suisse par de nombreuses petites (et parfois moyennes) entreprises, qui travaillent souvent en externe sur les chantiers.
Résultats d'analyse et autres indications	
Résultats d'analyse de substances dans les eaux	<ul style="list-style-type: none">• Aucun résultat d'analyse connu dans les eaux (pas d'analyses systématiques).
Résultats d'analyses de substances dans les effluents de STEP	<ul style="list-style-type: none">• Aucun résultat d'analyse connu dans les effluents de STEP (pas d'analyses systématiques).

Remarques complémentaires

- Aucun impact connu sur le fonctionnement des STEP.

Mesures d'exploitation

Mesures techniques

- Une installation de prétraitement des eaux usées est généralement disponible, mais les autorités d'exécution ignorent souvent si elle est exploitée et entretenue.
 - Métiers de la peinture : bassins de décantation, séparation par floculation dans les grandes entreprises.
- Ateliers de lessivage : floculation, compacteur de boue.

Conditions-cadres relatives à l'organisation / au personnel

- L'activité principale a lieu en dehors de l'entreprise sur des chantiers. La sensibilisation aux aspects pertinents en matière d'eaux usées est donc très importante, car le nettoyage des outils a souvent lieu sur le chantier.
- Les entreprises de moyenne taille prennent généralement mieux en compte la protection de l'environnement au sein de l'entreprise que les petites structures, car ces dernières n'ont pas toujours les effectifs et les ressources financières nécessaires.
- Les apprentis sont sensibilisés aux thèmes de l'environnement.

Évaluation globale

- Secteur présent dans toute la Suisse (entreprises de petite à grande taille).
- Apports de substances probables dans les eaux.

Automobile et transports

Substances et processus pertinents pour les eaux usées

Activités et processus industriels pertinents pour les eaux usées	<ul style="list-style-type: none">• Les entreprises du secteur automobile et des transports (p. ex. garages, stations essence et stations de lavage de voitures, entreprises de transport, entreprises possédant de grandes flottes automobiles et du matériel roulant, tels que des trains, des trams, etc.) effectuent différents travaux de maintenance.• Les eaux usées sont alors produites pendant le nettoyage des moyens de locomotion (p. ex. installations de lavage, lavage des moteurs, nettoyage des jantes) et des outils (p. ex. lors de la peinture automobile). Les eaux usées sont produites de manière intermittente. Il peut arriver que des substances soient lessivées par la pluie lors du stockage de pneus usagés sur des aires non couvertes.
Caractérisation des substances	<ul style="list-style-type: none">• Dans ces entreprises, les produits utilisés (p. ex. produits de lavage, détergents) peuvent varier souvent. Toutefois, la composition de base de ces produits n'est probablement pas foncièrement différente.
Exemples de substances	<ul style="list-style-type: none">• Les groupes de substances utilisés dans le secteur automobile et les transports sont surtout des additifs présents dans les produits utilisés (produits de lavage automobile, produits de nettoyage pour jantes, détergents pour éliminer les insectes, produits antigel), ainsi que des substances provenant des moyens de transport (carburants, hydrocarbures, huiles minérales, métaux, usure des pneus).
Conditions de déversement	<ul style="list-style-type: none">• Dispositions et exigences générales selon l'annexe 3.2 OEaux.• Autres exigences spécifiques éventuelles des différents cantons.• L'exécution généralisée est exigeante dans le domaine de l'artisanat, car il existe de très nombreuses petites entreprises. Une solution sectorielle (UPSA) est largement établie dans le domaine automobile/les garages (parfois avec des mesures de pH, d'hydrocarbures, etc. à la sortie de l'installation de prétraitement des eaux usées, parfois sans mesures).

Présence de la branche et tailles des entreprises	<ul style="list-style-type: none"> • Secteur représenté dans toute la Suisse par de très nombreuses petites (et parfois moyennes) entreprises.
Résultats d'analyse et autres indications	
Résultats d'analyse de substances dans les eaux	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun résultat d'analyse connu dans les eaux (pas d'analyses systématiques).
Résultats d'analyses de substances dans les effluents de STEP	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun résultat d'analyse connu dans les effluents de STEP (pas d'analyses systématiques).
Remarques complémentaires	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune autre indication connue sur des apports de substances (pas d'analyses systématiques).
Mesures d'exploitation	
Mesures techniques	<ul style="list-style-type: none"> • Une installation de prétraitement des eaux usées est généralement disponible, mais les autorités d'exécution ignorent souvent si elle est exploitée et entretenue. • Procédés couramment utilisés : collecteur de sable, séparateur d'huiles minérales, séparation par floculation (y compris élimination biologique des hydrocarbures).
Conditions-cadres relatives à l'organisation / au personnel	<ul style="list-style-type: none"> • Le thème de la protection de l'environnement au sein de l'entreprise est de plus en plus abordé en formation (les apprentis sont sensibilisés aux thèmes de l'environnement). • Les entreprises de moyenne taille prennent généralement mieux en compte la protection de l'environnement au sein de l'entreprise que les petites structures, car ces dernières n'ont pas toujours les effectifs et les ressources financières nécessaires.

Évaluation globale

- Secteur présent dans toute la Suisse (entreprises de petite à grande taille).
- Apports de substances probables dans les eaux.

Processus de refroidissement

Substances et processus pertinents pour les eaux usées

Activités et processus industriels pertinents pour les eaux usées	<ul style="list-style-type: none">• Il existe différents types de processus de refroidissement (p. ex. refroidissement en circuit fermé, refroidissement en circuit ouvert).• Au cours de ces processus, les eaux usées sont plus particulièrement produites lors de la purge/du décantage, du nettoyage périodique des composants de l'installation (p. ex. crépines d'aspiration), et du remplacement de l'eau de refroidissement pendant les opérations de maintenance. Les eaux usées sont produites de manière intermittente sauf dans le cas du refroidissement en circuit ouvert.
Caractérisation des substances	<ul style="list-style-type: none">• Il faut partir du principe que le spectre de substances utilisées est contrôlable et peu variable.• L'eau de refroidissement peut être contaminée dans les circuits de refroidissement primaire par des substances issues de la production (notamment si la pression des processus refroidis est plus élevée que la pression du système de refroidissement). Les fuites passent souvent inaperçues, car les concentrations sont très faibles avec un débit élevé. Les charges peuvent toutefois s'avérer pertinentes.
Exemples de substances	<ul style="list-style-type: none">• Différentes substances sont ajoutées à l'eau de refroidissement. Exemples : biocides, antioxydants, agents complexants (des phosphonates pour empêcher les dépôts de calcaire), agent anticorrosion (benzotriazole, molybdate), composés organiques de brome (bronopol), biocides (également substances non oxydantes) pour empêcher la prolifération d'algues et d'exsudats bactériens.
Conditions de déversement	<ul style="list-style-type: none">• Exigences particulières selon l'annexe 3.3 OEaux pour le refroidissement en circuit ouvert et le refroidissement en circuit fermé.• Autres exigences spécifiques éventuelles des différents cantons.
Présence	<ul style="list-style-type: none">▪ Les processus de refroidissement sont appliqués dans toute la Suisse et sont largement répandus, toutes branches confondues (des climatisations pour les bâtiments au refroidissement de salles de serveurs en

passant par le refroidissement de processus (de production) industriels et artisanaux).

- Exemples de branches dotées de processus de refroidissement : industrie chimique et pharmaceutique, industrie alimentaire, fabrication/transformation de matières plastiques.

Résultats d'analyse et autres indications

Résultats d'analyse de substances dans les eaux	<ul style="list-style-type: none">• Aucun résultat d'analyse connu dans les eaux (pas d'analyses systématiques).• Aspects connus : augmentation de la température des eaux.
Résultats d'analyses de substances dans les effluents de STEP	<ul style="list-style-type: none">• Aucun résultat d'analyse connu dans les effluents de STEP (pas d'analyses systématiques).
Remarques complémentaires	<ul style="list-style-type: none">• Il peut arriver que l'eau de refroidissement soit introduite dans les égouts et entraîne une surcharge hydraulique dans les STEP.
Mesures d'exploitation	
Mesures techniques	<ul style="list-style-type: none">• L'eau de refroidissement non polluée (refroidissements en circuit ouvert) est directement introduite dans les eaux de surface (elle ne doit pas être mélangée aux eaux usées de l'entreprise).
Conditions-cadres relatives à l'organisation / au personnel	<ul style="list-style-type: none">• Les données du fabricant doivent être impérativement respectées.

Évaluation globale

- Joue un rôle important dans toute la Suisse, car utilisé dans toutes les branches.
- Apports de substances probables dans les eaux.

Processus de chauffage

Substances et processus pertinents pour les eaux usées

Activités et processus industriels pertinents pour les eaux usées	<ul style="list-style-type: none">• La production de vapeur génère des eaux usées dans le cadre de l'évacuation des condensats (en continu), ainsi que du nettoyage des chaudières (périodique).
Caractérisation des substances	<ul style="list-style-type: none">• Il faut partir du principe que le spectre de substances utilisées est contrôlable et peu variable.
Exemples de substances	<ul style="list-style-type: none">• Différentes substances sont ajoutées lors de la production de vapeur. Exemples : agents anticorrosion, additifs ajoutés à l'eau d'alimentation, sulfites, phosphates, diéthylhydroxylamine, hydrazine, cyclohexylamine, hélamine (substances aminées utilisées pour éliminer l'oxygène).
Conditions de déversement	<ul style="list-style-type: none">• Autres exigences spécifiques des différents cantons.
Présence	<ul style="list-style-type: none">• La production de vapeur est utilisée dans toute la Suisse et est largement répandue, toutes branches confondues.
Résultats d'analyse et autres indications	
Résultats d'analyse de substances dans les eaux	<ul style="list-style-type: none">• Aucun résultat d'analyse connu dans les eaux (pas d'analyses systématiques).
Résultats d'analyses de substances dans les effluents de STEP	<ul style="list-style-type: none">• Aucun résultat d'analyses connu dans les effluents de STEP (pas d'analyses systématiques).
Remarques complémentaires	<ul style="list-style-type: none">• Aucune autre information connue.
Mesures d'exploitation	
Mesures techniques	<ul style="list-style-type: none">• -
Conditions-cadres relatives à l'organisation / au personnel	<ul style="list-style-type: none">• Les données du fabricant doivent être impérativement respectées.

Évaluation globale

- Joue un rôle important dans toute la Suisse, car utilisé dans toutes les branches.
- Apports de substances probables dans les eaux.

A7. Aperçu des substances utilisées dans les entreprises

Un aperçu des substances utilisées dans les branches d'activités et processus pertinents pour les eaux usées dans toute la Suisse a été réalisé sur la base d'estimations d'expertes et d'experts¹¹⁷ ainsi que d'une sélection d'études^{118,119,120}. Les substances mentionnées peuvent arriver dans les eaux usées d'exploitation, lorsqu'elles entrent en contact avec de l'eau. Il convient d'examiner au cas par cas dans quelle mesure elles présentent un risque d'apport dans les eaux. Le récapitulatif est une liste non exhaustive de substances, qui n'ont pas été évaluées ni priorisées.

Secteur	Activité	Processus pertinents pour les eaux usées	Sous-processus	Substances et produits utilisés
Traitement chimico-physique de déchets spéciaux liquides	Traitement chimico-physique de déchets spéciaux liquides	Traitement chimico-physique de déchets organiques et anorganiques		Large spectre de substances, notamment métaux, solvants, substances actives, produits intermédiaires, produits de désinfection, additifs, additifs utilisés dans les bains, lubrifiants réfrigérants, huiles/grasses, émulsions, etc.
Industrie chimique Fabrication et transformation de...	...Produits phytosanitaires ...Produits de désinfection/détergents	<ul style="list-style-type: none"> • Nettoyage de l'installation • Extractions aqueuses 		<ul style="list-style-type: none"> • Substances actives fabriquées (API) • Produits de réaction, produits annexes • Solutions tampon • Solvants • Catalyseurs • Sels (chlorure, bromure) • Oxydes de propylène (tensioactifs)

¹¹⁷ Befragung von relevanten Akteuren im Bereich betrieblicher Umweltschutz (kantonale Vollzugsbehörden, Ausrüsterfirmen, Betriebe) (en allemand).

¹¹⁸ I. O'Connor, I. Erny, A. Spörri, 2018. Sonderabfallentsorgung und Abwasser – Übersicht über die Schweizer Sonderabfallentsorgung und Grobanalyse des Wassergefährdungspotenzials (en allemand). EBP Schweiz AG.

¹¹⁹ A.-K. McCall, Ch. Niederer, 2018. Übersicht Abwasserrelevante Prozesse und Stoffe in Industrie und Gewerbe (en allemand). Arcadis Schweiz AG.

¹²⁰ Envirochemie et al., 2020. Abwasserrelevanz von Kreisläufen zu Kühl- und Heizzwecken in der Schweiz: Übersicht über Systeme und Stoffe (en allemand).

	<p>...Savons/produits d'hygiène corporelle (cosmétiques)</p> <p>...Agents de revêtement, peintures, laques, mastics, colles</p>			<ul style="list-style-type: none"> • Les colorants peuvent contenir des métaux • Autres composants : biocides, algicides, fongicides, pigments, agents conservateurs (généralement isothiazoline), filtres UV, etc.
<p>Industrie pharmaceutique</p> <p>Fabrication et transformation de...</p>	<p>...Substances actives</p> <p>...Substances actives (fabriquées par voie biotechnologique)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nettoyage de l'installation • Extractions aqueuses • Nettoyage de l'installation 		<ul style="list-style-type: none"> • Substances actives fabriquées (API) • Produits de réaction, produits annexes • Solutions tampon • Solvants • Catalyseurs • Sels (chlorure, bromure) • Substances actives fabriquées (API) • Microorganismes • Produits annexes • Solutions tampon : MOPS, MOBS, MES, Tris; PBTD; DTPA, DTPMP • Stabilisateurs • Détergents et produits de désinfection • Antibiotiques permettant de sélectionner des microorganismes • Substances éliminant les virus
<p>Traitement de surfaces métalliques/galvanisation</p>	<p>Transformation/traitement de surfaces</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Opération de rinçage après dégraissage/nettoyage 	<p>Dégraissage/nettoyage de pièces métalliques (sous forme aqueuse)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Détergents : tensioactifs, tensioactifs fluorés (PFOS, PFBS), hydrofluoroéther • Agents anticorrosion : benzotriazole, méthylbenzotriazole • Agents complexants : phosphonate, acide diéthylène triamine penta acétique (DTPA) • Hydrocarbures chlorés tels que le perchloroéthylène et le trichloroéthane

	<p>Revêtement de surface</p>	<ul style="list-style-type: none"> Opération de rinçage après le décapage Eaux usées générées lors du processus de polissage mécano-chimique Eau de rinçage après le revêtement de surface 	<p>Décapage</p> <p>Polissage (= tribofinition ; processus largement répandu)</p> <p>Phosphatation</p> <p>Anodisation</p> <p>Chromatage / passivation au chrome</p> <p>Nickelage chimique</p> <p>Galvanisation</p>	<ul style="list-style-type: none"> Lubrifiants réfrigérants Agents corrosifs Acides : p. ex. acide nitrique, acide chlorhydrique Fluorures (bifluorure d'ammonium) Sulfate Adjuvants : contiennent des substances assurant une protection contre la corrosion ; multiples agents complexants et substances permettant de dégraisser et tensioactifs issus des processus de dégraissage Amines tertiaires : p. ex. triéthanolamine (peut former des nitrosamines dans les eaux usées) Silicium, manganèse, cuivre, zinc Autres additifs selon le procédé utilisé Composés de chrome(VI) de plus en plus remplacés par des composés de titane (p. ex. acide hexafluorotitanique), des composés du zirconium (p. ex. acide hexafluorozirconique), chrome(III) Phosphonate Additifs utilisés dans les bains, tels que des stabilisateurs, des sels, des lustrants et des agents complexants
--	------------------------------	---	---	---

	Transformation mécanique (circuits généralement fermés, avec traitement interne, donc non pertinent pour les eaux usées)	<ul style="list-style-type: none"> Dégraissage/nettoyage de pièces métalliques (sous forme aqueuse) (voir plus haut) 	Procédés d'usinage	<ul style="list-style-type: none"> Fluides de coupe (huiles de coupe, dégriffants) contenant de nombreux additifs, tels que des : tensioactifs, inhibiteurs de corrosion, biocides (formaldéhyde, isothiazolines, thiazole, etc.), stabilisateurs, agents antimoussants (silicone et esters d'acide silicique)
Fabrication et transformation de produits alimentaires	<p>Transformation de viande (y compris abattoirs)</p> <p>Transformation de fruits et légumes (activités saisonnières)</p> <p>Transformation de céréales</p> <p>Industrie de la conserve (plats cuisinés)</p> <p>Fabrication de pâtisseries</p> <p>Boissons sucrées</p> <p>Cidreries/producteurs de jus de fruits (activités saisonnières)</p> <p>Alambics</p>	<ul style="list-style-type: none"> Nettoyage/désinfection de l'installation 		<ul style="list-style-type: none"> Composés d'ammonium quaternaires (CAQ ; p. ex. pour la désinfection de surface, nombreuses substances différentes qui sorbent plus ou moins bien aux boues d'épuration) Agents d'oxydation, tels que le peroxyde d'hydrogène, les composés libérant du chlore, l'acide acétique perchlorique, des peroxydes, l'acide paracétique (peu pertinents pour l'environnement, bonne alternative aux CAQ) Les détergents contiennent des agents complexants (phosphonate, carboxylate, NTA, EDTA) pour lier les agents de dureté de l'eau. Ils sont en partie difficilement dégradables.

	Brasseries	<ul style="list-style-type: none"> • Nettoyage des installations 	<ul style="list-style-type: none"> • Outre les substances susmentionnées, lubrifiants pour convoyeurs (à base d'hydrocarbures) et substances contenant en partie des biocides. Elles sont compatibles avec les produits alimentaires dans la branche de la production alimentaire.
Blanchisseries	Nettoyage de tous les types de linges	<ul style="list-style-type: none"> • Enzymes • Produits de lavage/détergents : divers tensioactifs, assouplissants (tensioactifs cationiques) • Agents de blanchiment/désinfection : acide paracétique ; javel (AOX) 	<ul style="list-style-type: none"> • Enzymes • Produits de lavage/détergents : divers tensioactifs, assouplissants (tensioactifs cationiques) • Agents de blanchiment/désinfection : acide paracétique ; javel (AOX)
Métiers de la peinture		<p>Nettoyage des outils (p. ex. pinceaux)</p> <p>Décapage</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fongicides, algicides, biocides • Composés chlorés (p. ex. dissolvants pour pinceaux) • Autres : accessoires de nettoyage, solvants, filtres UV, sècheurs ultrarapides, agents mouillants, stabilisateurs • Métaux (zinc) de moins en moins présents dans les colorants et les peintures • Agents de décapage (généralement exempts de HCC aujourd'hui) • Hydrocarbures chlorés
Automobile et transports		Stations de lavage auto	<ul style="list-style-type: none"> • Détergents (contiennent un large spectre de substances) • Hydrocarbures (graisses, huiles)

		<p>Nettoyage des jantes</p> <p>Peinture de voitures (nettoyage des véhicules et du poste de travail)</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Autres : détergents utilisés pour éliminer les d'insectes, huiles, antigel, liquide de refroidissement, carburants • Détergents (p. ex. éthoxylates de nonylphénol; est interdit) • Métaux provenant des roues/jantes
Processus de refroidissement		Décantage, purge		<ul style="list-style-type: none"> • Adoucisseurs (agents complexants) • Phosphonates • Agents anticorrosion : molybdate, benzotriazole • Composés organiques au brome (surtout utilisés à la place des composés chlorés en cas de pH élevé) • Biocides non oxydants • Isothiazolinones • Sels (bromure, chlorure)
Circuits de chauffage		Évacuation des condensats		<ul style="list-style-type: none"> • Agents anticorrosion • Additifs ajoutés à l'eau d'alimentation pour la vapeur : diéthylhydroxylamine, hydrazine, ammoniac, cyclohexylamine, hélamine (substances aminées) pour entre autres éliminer l'oxygène