

## Bulletin d'information n° 8

### Sommaire

- » [La plateforme tient le cap : plan d'action 2016 / 17](#)
- » *Des nouvelles de la plateforme:* [Personnel](#) et [projets](#)
- » [Législation](#): aide à l'exécution
- » *Recherche / essais pilotes:* [AdOx Cologne](#), [article révisé sur le CAG, Berlin](#), [flottation](#), [méthode de mesure du CAP](#)
- » *Réalisation à l'échelle industrielle:* [STEP de Vidy](#), [STEP de Eich](#), [syndicat des eaux usées du Morgental et service d'élimination des déchets de Saint-Gall](#)
- » *Activités internationales:* [stratégie allemande de lutte contre les micropolluants](#), [essais KomOzAk en Autriche](#)
- » [Manifestations](#)

### La plateforme tient le cap: plan d'action 2016/17

La plateforme «Techniques de traitement des micropolluants» a été créée début 2012 dans le but d'encourager le développement et le transfert de connaissances parmi les acteurs concernés par les procédés techniques d'élimination des micropolluants dans les stations d'épuration. Les bases légales (LEaux, OEaux) pour l'extension ciblée des stations d'épuration en Suisse sont entrées en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2016. Parallèlement, les ressources humaines de la plateforme ont augmenté en raison du plus grand nombre de tâches à accomplir: si le taux d'occupation initial était de 40% (Ch. Abegglen), il est passé à 80% (Ch. Abegglen, P. Wunderlin) et a même atteint 160% depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2015 (P. Wunderlin, A. Meier). Ce «nouveau» contexte légal et humain nous a amenés à soumettre l'orientation actuelle de la plateforme à un examen critique: quels sont nos objectifs? Qui sont nos clients? Quels sont leurs besoins? Quels produits et quelles prestations proposons-nous?

Pour ce faire, différents acteurs (env. 15 personnes) ont été interrogés. L'équipe de direction de la plateforme a ensuite organisé un atelier stratégique au cours duquel les besoins des différents acteurs ont été identifiés en fonction de la phase de projet concernée. Cela a permis de déduire des produits et services concrets qui devraient être fournis par la plateforme à l'avenir.

En raison des retours positifs qui ont été faits par les acteurs interrogés, les tâches de base de la plateforme seront conservées à l'avenir : (i) développement des connaissances, (ii) promotion de l'échange d'expériences, (iii) traitement des points ouverts et des problématiques pertinentes, et (iv) communication adéquate des points (i)-(iii).

La collecte active d'expériences, de connaissances, de points en suspens et de points à clarifier issus des différents projets va s'intensifier. Nous serons donc encore plus près de l'action et établirons des échanges réguliers avec les projets en cours. *Suite à la page 2*

Chères lectrices,  
Chers lecteurs,  
J'ai travaillé au sein de l'équipe de direction de la plateforme des micropolluants jusqu'à la fin 2015 et vous dis aujourd'hui au revoir, avec un œil qui rit et un œil qui pleure. Désormais, je ne suivrai la réalisation des nouvelles étapes de traitement que de loin, mais je me réjouis de l'entrée en vigueur des bases légales et de la mise en œuvre de solutions efficaces en collaboration avec la recherche, la pratique et les autorités dans le but d'améliorer la situation écotoxicologique des eaux. Les projets que j'ai pu suivre ont montré que, outre le procédé d'ozonation et d'ajout de charbon actif en poudre, la filtration finale sur charbon actif en granulés (CAG) pouvait également entrer en ligne de compte. Par ailleurs, les procédés combinés, tels que l'ozonation partielle et le CAG, semblent prometteurs. Les prochaines années montreront comment évoluera la future étape de traitement d'élimination des micropolluants en combinaison avec l'élimination biologique des nutriments. Toutefois, il ne faut pas précipiter la réalisation de toutes ces installations et s'appuyer sur les expériences croissantes faites dans ce domaine, aussi bien en Suisse qu'à l'étranger. Nous avons en effet suffisamment de temps pour construire des solutions économiques et parfaitement adaptées aux stations d'épuration. Je vous souhaite beaucoup de succès dans la recherche, la planification, la réalisation et la surveillance de ces nouvelles étapes de traitement.  
*Hansruedi Siegrist, département d'ingénierie, Eawag*

Suite «La plateforme tient le cap: plan d'action 2016/17» de la page 1.

Concrètement, cela signifie que nous prendrons activement contact avec les exploitants et les planificateurs. Ce faisant, nous renforcerons plus particulièrement nos activités en Romandie (voir « Personnel »).

Les activités suivantes sont prévues:

1. Réaliser des ateliers sur des thèmes actuels, tels que la sélection des procédés de traitement ou les exigences posées envers de nouveaux procédés avec les groupes d'acteurs concernés.

2. Rédiger des articles sur l'état actuel de la technique dans le domaine de l'élimination des composés traces dans les STEP ; il s'est passé bien des choses au cours des dernières années – certains procédés se sont révélés adaptés, d'autres n'ont pas fait leurs preuves. La plateforme dispose d'une vue d'ensemble et fournira une mise à jour périodique de celle-ci et des évolutions à venir.

3. Visiter des projets d'extension, élaborer des fiches signalétiques contenant des informations sur les techniques de dosage, le choix des matériaux, la sélection des moyens d'exploitation, la mise en service et la mise en route de l'installation.

4. Initier de nouveaux projets de plateforme sur des problématiques actuelles et importantes pour la pratique et collaborer avec des acteurs impliqués. Un projet à venir étudiera par exemple les aspects liés à la qualité du charbon actif: procédés de test rapide, assurance qualité, provenance de la matière première, sélection du charbon, etc.

5. Élaborer des fiches d'information sur des thèmes actuels. Les fiches suivantes sont planifiées : (i) conditions-cadres concernant le choix des procédés (p. ex. investigations relatives à l'adéquation du processus d'ozonation), (ii) catalogue des exigences relatives aux nouveaux procédés (p. ex. quels sont les aspects importants pour l'évaluation de nouveaux procédés),

(iii) techniques de dosage (ozone, charbon actif en poudre – aperçu des procédés, avantages/inconvénients, etc.), (iv) interfaces avec l'installation existante (v), simulation d'écoulement/hydraulique, (vi) matériel/protection contre la corrosion (ozone, charbon actif).

6. Renforcer la présence sur le terrain, c'est-à-dire communiquer et transmettre activement les produits et les services de la plateforme, présenter les thèmes actuels et nouveaux au sein des organes et des groupes existants, p. ex. sous forme de participation aux séminaires ERFA ou lors des séminaires cantonaux sur les stations d'épuration. Cela implique également une plus forte visibilité de la plateforme en Romandie.

Les projets actuels de plateforme (indicateurs de coûts et d'énergie, contrôle de procédé, investigations relatives à l'adéquation du processus d'ozonation) sont désormais clôturés et les produits et résultats correspondants sont communiqués. Des travaux de suivi issus de ces projets se profilent d'ores et déjà pour la plateforme: p. ex. collecte nationale de données avec un relevé régulier des indicateurs de coûts et d'énergie, les investigations relatives à l'adéquation du processus d'ozonation ou le contrôle de procédé à l'aide de sondes UV.

Que pensez-vous de ce plan d'action? Répond-il à vos besoins et à vos attentes? Vous avez des questions, une idée de projet ou vous souhaitez nous informer d'un nouveau projet? N'hésitez pas à nous contacter (via le [formulaire de contact](#)).

## **Des Nouvelles de la plateforme**

### **Personnel**

Aline Meier assurera la suppléance d'Hélène Bleny (OFEV) pendant son congé maternité dans la section Protection des eaux. Elle travaillera à 40% pour la plateforme et à 40% pour l'OFEV en juillet et en août 2016. À partir de septembre 2016, elle travaillera à

80% pour l'OFEV et ce jusqu'à fin janvier 2017.

Mais la plateforme voit ses effectifs renforcés: Julie Grelot nous soutiendra à 80% à partir d'août 2016. Elle a suivi des études d'ingénieur en environnement à l'EPFL et s'est déjà intéressée à la thématique des micropolluants à travers différents projets. Elle sera chargée de renforcer les contacts en Suisse romande. Nous lui souhaitons la bienvenue!



**Figure 1:** Julie Grelot, nouvelle collaboratrice de la plateforme à partir d'août 2016.

### **Indicateurs d'énergie et de coûts**

La procédure de consultation de la recommandation VSA «Définition et standardisation des indicateurs de performance des procédés d'élimination des composés traces organiques dans les STEP» a été lancée le 22.7.2016. La recommandation doit permettre de comparer les étapes MP à l'aide d'indicateurs recueillis de manière uniforme. La procédure de consultation durera jusqu'au 16.10.2016. Les documents sont disponibles sous le [lien](#) suivant.

### **Vérifications relatives à l'adéquation du processus d'ozonation**

La procédure de consultation du projet «Vérifications relatives à l'adéquation du processus d'ozonation» a été lancée le 22.7.2016. Elle porte sur la marche à suivre lors des analyses visant à déterminer si des eaux usées spécifiques se prêtent ou pas à une

ozonation. La procédure de consultation durera jusqu'au 16.10.2016. Les documents sont disponibles sous le [lien](#) suivant.

### **Fiche d'information Charbon actif en poudre (CAP) dans le traitement des boues**

Lorsque du charbon actif en poudre (CAP) est utilisé pour éliminer les micropolluants (MP), la recirculation du CAP crée alors une importante valeur ajoutée dans l'étape de traitement biologique. En effet, cela permet d'exploiter de manière optimale les sites d'adsorption existants (principe de contre-courant). Le CAP atterrit toutefois dans le traitement des boues avec la boue excédentaire issue de la biologie. Même sans recirculation, les boues excédentaires de CAP doivent être éliminées, ce à quoi se prête l'étape existante de traitement des boues de la STEP.

Nous avons déjà traité la thématique «CAP dans le traitement des boues» dans le bulletin d'information 5 (valeur calorifique et déshydratation de la boue digérée avec du CAP). Des questions supplémentaires sont récemment apparues: comment le CAP se comporte-t-il lors du traitement des boues? Le CAP influence-t-il les processus lors de la digestion? Les micropolluants sont-ils relargués pendant le processus de digestion, c'est-à-dire avec une valeur de pH et des températures différentes de celles de la biologie? Le CAP a-t-il une influence sur la production de gaz, la composition du gaz ou la quantité de boue? L'ajout de boues tierces a-t-il une influence sur le bilan des composés traces? Ces problématiques sont exposées dans la [Fiche d'information «Charbon actif en poudre dans le traitement des boues»](#). La fiche d'information récapitule les résultats des essais menés par le Centre de Compétences sur les composés traces du Bade-Wurtemberg (KomS) dans la station d'épuration de Mannheim (rapport global disponible sous le [lien](#) suivant) et comprend des informations supplémentaires ainsi que des rapports d'expérience.

On retiendra principalement que le CAP n'influence pas négativement le processus de digestion et que la recirculation des eaux putrides issues du processus de digestion avec CAP n'entraîne pas de relargage notable de composés traces dans la station d'épuration.

## **Législation**

L'aide à l'exécution «Élimination des composés traces organiques dans les stations d'épuration - Financement des mesures » est publiée (lien [Aide à l'exécution](#) et [dossier web](#)). Elle concrétise les exigences de la législation sur la protection des eaux en matière de financement des mesures visant à éliminer les composés traces organiques (micropolluants) dans les stations d'épuration des eaux usées. Elle explique les modalités de perception de la taxe à l'échelle suisse et indique la répartition des tâches qu'elle implique. Elle précise en outre quelles mesures donnent droit à des indemnités et sous quelles conditions, et décrit la procédure d'octroi des indemnités.

## **Recherche / essais pilotes**

### **«AdOx Cologne» ...**

... tel est l'intitulé du projet de recherche «Projet pilote sur l'adaptation de la floculation-filtration BIOFOR à l'élimination des composés traces». Ce projet étudie le traitement des eaux usées de Cologne avec les deux procédés suivants : (Ad) Adsorption sur charbon actif en granulés et (Ox) oxydation par ozonation (exploitation parallèle et indépendante des deux procédés). Notons que le projet tire son nom de ces deux procédés.

A travers ce projet de recherche subventionné par le Ministère de l'Environnement de la Rhénanie-du-Nord-Westphalie, les entreprises d'assainissement de la ville de Cologne (StEB) s'engagent depuis 2012 dans la lutte contre les composés traces (également appelés micropolluants) présents dans les eaux usées.

Avec le projet «AdOx Cologne», les entreprises d'assainissement StEB veulent créer des bases, en collaboration avec les hydro-ingénieurs de Dusseldorf et l'Institut de la gestion des eaux urbaine de l'Université technique de Rhénanie-Westphalie (RWTH) d'Aix-la-Chapelle. En initiant un essai à grande échelle dans la station d'épuration de Cologne-Rodenkirchen, ils souhaitent en effet tester, pour l'effluent de la STEP de Cologne, les deux procédés de traitement préconisés par les spécialistes (adsorption sur charbon actif et ozonation) et les évaluer en termes d'efficacité, de rentabilité et d'aptitude à l'exploitation.

Différents essais en laboratoire ont été effectués depuis 2012. La charge de composés traces réellement contenue dans les eaux usées ainsi que la dose d'ozone requise pour un traitement optimal ont notamment été déterminées. De plus, deux sortes de charbon actif en granulés ont été sélectionnées parmi cinq sortes étudiées pour une utilisation à l'échelle semi-industrielle. Lors des essais à l'échelle semi-industrielle, des colonnes filtrantes remplies de charbon actif ont été exploitées avec succès de 2014 à 2015 dans la station d'épuration de Cologne-Rodenkirchen en parallèle aux travaux de réhabilitation de la station d'épuration. Les colonnes filtrantes sont actuellement utilisées pour un autre essai dans la grande station d'épuration de Cologne-Stammheim.

L'installation pilote à grande échelle est actuellement érigée en parallèle dans la station d'épuration de Cologne-Rodenkirchen. Sur les six cellules de l'ancienne installation de filtration, trois cellules sont adaptées au charbon actif et à l'ozonation dans l'exploitation expérimentale. La mise en service est prévue pour le troisième trimestre de 2016.

Sur la base des résultats obtenus lors des essais à l'échelle industrielle, la meilleure variante sera ensuite déterminée en termes de coûts annuels, d'investissement et d'exploitation. Les connaissances acquises

devront également pouvoir être transférées sur l'installation de filtration dans la grande STEP de Cologne-Stammheim.

(Texte: F Benstöm, RWTH Aachen; M Hartenberger, StEB Köln AöR)

**Article de synthèse passionnant sur le thème de la filtration au charbon actif en granulés (CAG) pour éliminer les composés traces dans les stations d'épuration**

En mars et en avril de cette année, le premier article de revue/synthèse portant sur le thème du «Rendement du charbon actif en granulés permettant d'éliminer les composés traces organiques sur l'effluent des stations d'épuration communales» a été publié. Dans cette revue composée de deux parties, les résultats de 34 essais à l'échelle semi-industrielle et industrielle réalisés de 2007 à 2015 en Allemagne, aux Pays-Bas et en Suisse ont été réunis et interprétés. Les principaux facteurs identifiés influençant la performance d'adsorption sont le temps de contact en lit vide et le COD à l'entrée de l'adsorbent. Il n'a pas été établi que le CAG frais avait une capacité d'adsorption plus élevée que le CAG réactivé.

(Texte: F. Benstöm, RWTH Aix-la-Chapelle)

Les deux articles sont disponibles sur [www.micropoll.ch](http://www.micropoll.ch) sous Documents, Charbons actifs (lien direct disponible dans la référence bibliographique suivante):

Benstöm, F.; Nahrstedt, A.; Böhrer, M.; Knopp, G.; Montag, D.; Siegrist, H.; Pinnekamp, J. (2016): Leistungsfähigkeit granulierter Aktivkohle zur Entfernung organischer Spurenstoffe aus Abläufen kommunaler Kläranlagen – Ein ReView halb- und großtechnischer Untersuchungen – [Teil 1](#): Veranlassung, Zielsetzung und Grundlagen, Korrespondenz Abwasser Abfall (KA), 63. Jahrgang, Nr. 3, März 2016, Hennef (en allemand)

Benstöm, F.; Nahrstedt, A.; Böhrer, M.; Knopp, G.; Montag, D.; Siegrist, H.; Pinnekamp, J. (2016): Leistungsfähigkeit granulierter Aktivkohle zur Entfernung organischer Spurenstoffe aus Abläufen kommunaler Kläranlagen – Ein ReView halb- und großtechnischer Untersuchungen – [Teil 2](#): Methoden, Ergebnisse und Ausblick, Korrespondenz Abwasser Abfall (KA), 63. Jahrgang, Nr. 4, April 2016, Hennef (en allemand)

**Activités de recherche dans la capitale allemande**

Une attention particulière est portée aux composés traces à Berlin vu que l'eau y tourne partiellement en circuit fermé. Une

base de données exhaustive est élaborée à Berlin dans le cadre de projets de recherche. Elle porte sur le recensement analytique, ainsi que sur l'apparition, le comportement et l'élimination des composés traces organiques à différents endroits du circuit d'eau, ainsi que sur la pertinence toxicologique et la perception du public.

Dans le cadre du projet commun ASKURIS financé par le Ministère fédéral de l'Éducation et de la Recherche (projet faisant partie de la mesure de soutien RiSKWa), la Berliner Wasserbetriebe (BWB), le Bureau fédéral de l'environnement, le syndicat intercommunal de distribution d'eau, le Centre Helmholtz de recherche environnementale (UFZ) et le Centre de compétences des eaux de Berlin (KWB) ont effectué des recherches, sous la direction du domaine spécialisé du maintien de la pureté des eaux de l'Université technique de Berlin, sur diverses questions relatives aux composés traces organiques et aux bactéries résistantes aux antibiotiques. Outre le recensement analytique de composés traces connus et inconnus, l'accent a été mis sur l'élimination des composés traces avec l'ozone ou le charbon actif à différents endroits du circuit d'eau berlinois autour du lac de Tegel. Sur la base des résultats techniques obtenus, les coûts et les impacts environnementaux ont été calculés à l'aide de bilans. Une base décisionnelle complète est désormais disponible pour de futures mesures. Des essais à l'échelle industrielle sont actuellement effectués avec du charbon actif sous forme de poudre et de granulés dans la station de traitement des eaux de surface de Tegel.

De même, sous la direction du domaine spécialisé du maintien de la pureté des eaux de l'Université technique de Berlin, il a été étudié, dans le cadre du projet IST4R en coopération avec la BWB et le KWB, comment l'élimination oxydative des composés traces organiques ou l'adsorption des composés traces organiques sur du charbon actif en poudre ou en granulés pouvait être intégrée de manière optimale dans une floculation-filtration pour l'élimination poussée

du phosphore. Les études à l'échelle pilote ont été rendues possibles par l'administration du sénat berlinois pour le développement de la ville et l'environnement ainsi que par l'Union européenne.

Le projet TestTools actuel a pour but de développer des méthodes permettant de tester différentes barrières dans le circuit d'eau urbain au regard de l'élimination des composés traces organiques, afin de pouvoir faire des prévisions les plus efficaces et fiables possibles. D'autres études pilotes vont suivre. Elles auront pour objectif l'obtention de données d'exploitation à d'autres endroits du circuit d'eau.

Vous trouverez les résultats des projets [AS-KURIS](#) et [IST4R](#) dans les rapports finaux correspondants.

*(Texte: Martin Jekel, Aki S. Ruhl, TU Berlin)*

#### **Bibliographie:**

Rapport final ISBN 978-3-7983-2814-3 (bientôt online), ISBN 978-3-7983-2815-0 (online), DOI 10.14279/depositonce-4979

Rapport final IST4R, ISBN 978-3-7983-2806-8 ([online](#)), DOI 10.14279/depositonce-4942

#### **Séparation du CAP à l'aide de la flottation**

Le projet «Traitement des eaux usées avec une combinaison de procédés basée sur une adsorption sur charbon actif en poudre et une flottation en aval afin d'améliorer l'élimination des micropolluants » (voir bulletin d'information n°6) soutenu par la promotion des technologies environnementales de l'OFEV est désormais clôturé.

Au cours de ce projet, l'utilisation de cette combinaison de procédés a pu être testée avec succès dans trois installations de traitement des eaux usées avec différentes qualités d'eau. Après les premières phases pilotes effectuées sur la STEP de Viège (Regional-ARA Visp, canton VS) et la STEP de Bioggio (canton TI), la phase finale du projet pilote s'est déroulée sur la STEP de Ergolz 1 à Sissach (canton BL).

Le dosage de CAP pour adsorber les micropolluants des eaux usées traitées sur les installations communales de Bioggio et Sis-

sach était de 20 mg/l. La STEP de Viège contenait, quant à elle, une charge en COD plus élevée en raison d'une proportion importante d'eaux usées chimiques. Le dosage de CAP était donc variable et pouvait aller jusqu'à 100 mg/l CAP.

Dans tous les essais pilotes, l'effluent du décanteur secondaire passait par un réacteur de contact après dosage de charbon actif en poudre SAE Super (Dolder) pour éliminer les micropolluants. Des coagulants et des floculants ont ensuite été ajoutés pour obtenir des floccs capables de bien flotter. Dans la cellule de flottation (Krofta), les floccs sont amenés sous forme de boues de flottation à la surface de l'eau lors de la détente de l'eau pressurisée. Ils sont ensuite séparés à l'aide d'un skimmer. Pour garantir une floculation optimale et l'utilisation efficace des produits chimiques d'exploitation, des essais en laboratoire sur la précipitation et la floculation ont été effectués parallèlement à l'essai pilote. Ces essais ont été réalisés en utilisant la technologie de mesure des particules (Focused Beam Reflectance Measurement), qui permet d'observer le comportement de floculation de manière différenciée. L'essai d'exploitation final à Sissach a été réalisé à travers quatre modes de fonctionnement avec une charge hydraulique de 4 m/h en sortie, comme dans les essais pilotes précédents, et augmenté par la suite jusqu'à la charge maximale possible de 7 m/h, entraînant une réduction de près de la moitié du temps de contact du CAP avec les eaux usées (40 min). Parallèlement, les concentrations de coagulants et de floculants ont été modifiées au cours de l'exploitation et du polymère a été ajouté à différents points de dosage, afin d'améliorer la cinétique de formation des floccs. Un dosage fractionné de polymère en 2 points situés en entrée de la cellule de flottation s'est révélé avantageux.

Les concentrations optimales définies en laboratoire de 0,2 mg Fe<sup>3+</sup>/mg CAP et 0,04 mg polymère/mg CAP ont pu être directement transposées dans l'essai pilote et confirmées dans la pratique. Le surdosage,

surtout du polymère, a détérioré les propriétés de flottation des floccs et a affecté la séparabilité du flotat.

Parmi les cinq substances de référence analysées pour les micropolluants, le benzotriazole, le carbamazépine et le diclofénac ont présenté une réduction de 90% en moyenne, à des dosages spécifiques de 2 à 4,5 mg CAP/ mg COD. En revanche, l'élimination du sulfaméthoxazole et du mécoprop se situait à des valeurs typiquement plus faibles, car ces substances sont mal adsorbées par le charbon actif.

En comparaison avec les applications de la flottation à air dissous dans l'industrie de procédé, les essais réalisés lors du projet pilote sur la STEP de Sissach ont été effectués avec des charges surfacique en matière sèche basses d'env. 0.1 kg MS/(m<sup>2</sup>\*h). Une élimination des matières en suspension (MES) de 75% et donc des valeurs inférieures à 5mg/l ont ainsi pu être obtenues à la sortie de la flottation. Une couche de flotat encore plus stable a été observée à Viège où les charges en matière sèche étaient plus élevées (MES provenant de la décantation secondaire et CAP). Le filtre à tambour en poltissus (Mecana) disposé en aval en guise d'étape de polissage a pu garantir des valeurs de rejet bien inférieures à 5 mg/l de MES, même dans des conditions d'exploitation défavorables.

Le rapport final du projet sera prochainement disponible sur [www.micropoll.ch](http://www.micropoll.ch).

Les partenaires de projet étaient l'OFEV, FHNW, SUPSI, EAWAG, Krofta, LONZA, AIB, Dolder, Mecana et TBF.

(Texte: A. Langbein (FHNW) et des partenaires de projet).

### **Évaluation de la rétention du CAP lors de l'étape de traitement supplémentaire des eaux usées au moyen de la filtration et de la thermogravimétrie.**

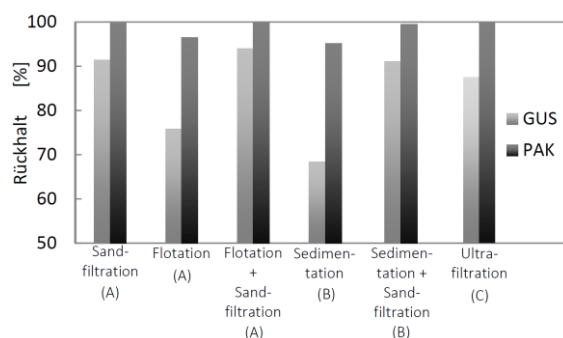
Un des défis posés par le charbon actif en poudre (CAP) utilisé pour retenir les micropolluants réside dans l'élimination complète des particules de CAP dans les eaux usées.

C'est important, car la perte de CAP chargé de micropolluants pourrait conduire à la libération de substances nocives dans l'environnement naturel. Pour évaluer et quantifier la rétention du CAP dans l'étape de filtration, il est nécessaire de détecter le CAP à des concentrations très faibles de quelques mg/l. Une méthode quantitative et facile à utiliser pour détecter le CAP dans les eaux usées n'est pas disponible à ce jour. La détermination de la turbidité, de la concentration de particules et des matières en suspension (MES) a été testée à cet effet, mais n'a pas fourni de résultats satisfaisants. L'inconvénient majeur de ces méthodes est le suivant: l'ensemble des matières non dissoutes dans les eaux usées est détecté sans pouvoir distinguer le CAP de la matrice de fond biologique, p. ex. floccs de boue.

Dans le cadre du projet Aktifilt soutenu par l'OFEV (voir articles correspondants dans les bulletins d'information n° 6 et 7), une méthode permettant de détecter le CAP a été développée à l'Institut de gestion durable de la Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse et testée dans différentes stations d'épuration (STEP). La méthode requiert une étape de préparation d'échantillons pour augmenter la concentration de matières non dissoutes dans les eaux usées. L'augmentation de la concentration à l'aide de la filtration s'est révélée être très efficace et bien reproductible par rapport à la centrifugation. L'utilisation d'un filtre à quartz doté d'une haute stabilité à la température permet d'évaluer, lors de l'étape analytique, le filtre et les substances solides fixées dessus sans que les résultats soient affectés par la présence du filtre. La préparation de l'échantillon est suivie d'une analyse thermogravimétrique (TGA), pendant laquelle l'échantillon de matières non dissoutes est chauffé de manière régulière, tout en enregistrant la perte de masse. Dans la mesure où la matrice de fond biologique et le CAP présentent un comportement de décomposition thermique différent, ces fractions peuvent être identifiées de manière sélective dans l'échantillon de matières solides. Une

autre optimisation de la méthode TGA obtenue via un réchauffement consécutif dans des atmosphères sous azote puis sous oxygène permet de simplifier l'évaluation des données grâce à la prise en compte du comportement spécifique d'oxydation et de pyrolyse des différentes fractions. La combinaison de la filtration et du TGA s'est avérée appropriée pour détecter, de manière quantitative et sélective, le CAP dans les eaux usées à des concentrations basses de l'ordre de 0.1 mg/l.

À des fins de test, la méthode développée a été utilisée sur des échantillons d'eaux usées provenant de différentes STEP. Le volume des échantillons était de 0.2 à 0.5 l et les teneurs de MES étaient situées entre 0.5 et 50 mg/l. Les mesures ont révélé des concentrations de CAP de 0 à 0.2 mg/l à la sortie des STEP, en fonction du dosage de CAP et de la technologie utilisée pour séparer le CAP. À l'intérieur de la STEP, de faibles concentrations de CAP ont par ailleurs été identifiées dans certains flux de processus. Elles sont dues à la recirculation de l'eau de lavage du filtre contenant du CAP. La rétention de CAP des différentes étapes de séparation était de 94% (sédimentation) à 100% (ultrafiltration; voir figure 2). En revanche, les MES ont été retenues à des taux variant entre 68% et 94% et ne peuvent donc pas servir d'indicateur de séparation du CAP.



**Figure 2:** Détermination de la rétention de MES et de CAP des différents procédés de séparation: (A) Installation à l'échelle industrielle STEP Ergolz 1, (B) essai à grande échelle STEP de Bachwis, (C) installation pilote STEP de Bâle

### Ouvrages complémentaires:

Krahnstöver, T., Plattner, J., Wintgens, T. (2016). Quantitative detection of powdered activated carbon in wastewater treatment plant effluent by thermogravimetric analysis (TGA). *Water Research* 101, 510-518.

(Texte: T. Krahnstöver, FHNW)

## Réalisation à l'échelle industrielle

### **La STEP de Vidy à Lausanne met en œuvre une nouvelle combinaison de procédés pour éliminer les micropolluants.**

La STEP de Vidy a été planifiée dans les années 50, construite dans les années 60 et agrandie dans les années 70. Elle présente une capacité de 220 000 EH et épure les eaux usées de la ville de Lausanne et de 15 autres communes. Elle comprend actuellement un traitement visant à éliminer le carbone et le phosphore et déverse les eaux usées épurées dans le Lac Léman. Ce dernier alimente en eau potable env. 400 000 habitants de la ville de Lausanne via deux stations de pompage. La sortie de la STEP se trouve non loin du point d'aspiration d'une de ces deux stations de pompage et à proximité directe de zones de baignade.

En raison du vieillissement des installations, de la croissance de la population et de la capacité d'adaptation toujours plus faible de l'installation face aux variations de charges en entrée de la STEP, la ville de Lausanne a décidé de lancer un projet de réhabilitation et d'agrandir la STEP de Vidy. Dans la mesure où la STEP est située à proximité du captage d'eau potable de St-Sulpice et des zones de baignade, les autorités de Lausanne ont fixé un objectif ambitieux aux responsables de projet de la STEP de Vidy: garantir une qualité de sortie des eaux usées purifiées proche de celle de l'eau potable. Ils ont donc mis à disposition la STEP de Vidy pour que soient effectués des essais pilotes à l'échelle industrielle dans le cadre du projet «Stratégie Micropoll» avec le soutien de l'OFEV et du canton de Vaud.

Le projet d'extension comprend la nitrification, l'élimination des micropolluants (PM) et la désinfection des eaux usées traitées. Le



remplacement des lignes de traitement et l'augmentation de leur capacité à 350'000 EH a commencé en octobre 2015. Par conséquent, la planification de l'étape d'élimination des micropolluants est déjà bien avancée, bien que sa mise en service ne soit prévue qu'en 2022. Les procédés ont été définis après avoir été évalués par un groupe d'experts composé de l'EAWAG, de l'Institut national de recherche pour l'environnement, des sciences et les technologies agricoles (IRSTEA), l'OFEV, du canton de Vaud et des Services industriels de Genève (SIG). Ce groupe d'experts a aidé la ville de Lausanne à choisir la combinaison de procédés proposée par le consortium Degrémont (Suez) et Techfina SA. Le procédé choisi consiste en une ozonation, suivie d'une étape au charbon actif en poudre (CAP) suivie d'une filtration sur sable.

L'ozonation et l'installation de CAP sont réalisées sur 3 lignes en parallèle. 8 cellules sont prévues pour la filtration. L'étape MP traitera l'ensemble des eaux usées épurées biologiquement.

Le dimensionnement du réacteur à ozone est le suivant: un temps de séjour minimal de 15 minutes et une colonne d'eau de 7 mètres de haut. Les 4 générateurs d'ozone produisent entre 5.1 kgO<sub>3</sub>/h et 103 kgO<sub>3</sub>/h, ce qui permet un apport d'ozone très flexible via les 696 diffuseurs dans le réacteur. Comme l'oxydation est suivie d'une adsorption, des doses d'ozone plus faibles sont utilisées pour minimiser la formation des produits de sous-oxydation.

Le procédé Pulsagreen™ a été choisi pour l'étape de CAP. La STEP de Vidy sera ainsi la première STEP suisse à mettre en œuvre ce procédé de traitement des eaux usées à l'échelle industrielle. Le CAP est dosé en entrée du réacteur de contact avec des coagulants et des floculants. Les eaux usées s'écoulent avec le CAP coagulé au fond et sont réparties sur toute la surface du réacteur. Elles y séjournent au moins 15 minutes (à débit maximal). Un «lit de CAP» se forme dans la partie inférieure du réacteur. Celui-ci

est maintenu en suspension via des pulsations. Les pulsations sont produites à l'aide d'une cloche à vide placée en amont du réacteur, qui envoie dans le réacteur toutes les 5 minutes environ une petite quantité d'eau provenant du débit entrant. Le CAP séjourne 2 à 3 jours dans le réacteur, le CAP excédentaire étant alors acheminé dans le traitement des boues. Les eaux usées épurées remontent dans la partie supérieure du réacteur en traversant un décanteur lamellaire, qui retient les flocons de CAP libérés du «lit de CAP» ([vidéo sur le procédé](#), en français). L'étape d'élimination des micropolluants se termine ensuite par une filtration sur sable monocouche.

La dernière étape consiste à désinfecter les eaux usées avec de la lumière UV.

La mise en œuvre de cette combinaison jusqu'alors inédite est suivie avec attention par de nombreux acteurs - les travaux de construction de l'étape d'élimination des micropolluants commenceront en 2019. Vous pouvez obtenir de plus amples informations par e-mail à [info@epura.ch](mailto:info@epura.ch) ou auprès de M. Fadi Kadri, téléphone 021 315 50 70.

### **Augmentation de la capacité et rénovation de la STEP de Eich - première installation de l'Unterland zurichois dotée d'une étape d'élimination des micropolluants**

La STEP de Eich à Bassersdorf du Syndicat de la STEP de Bassersdorf a été mise en service en 1974 et traite les eaux usées provenant des communes associées Lindau, Nürensdorf et Bassersdorf. Après une extension et une rénovation effectuées de 1993 à 1996, il est apparu ces dernières années que la STEP de Eich allait atteindre sa capacité limite dans un futur proche, malgré de très bonnes valeurs de sortie, une maintenance compétente et différentes mesures d'optimisation. L'installation sera donc étendue et rénovée jusqu'à l'été 2018 pour atteindre une capacité de 28 000 EH. Outre la réduction obligatoire de la charge en azote, le canton exige également une étape de traitement supplémentaire d'élimination des

micropolluants en raison du volume important d'eaux usées déversé dans le Dietliker Altbach. Dans le cadre du projet «Augmentation de la capacité et extension» doté d'un crédit de CHF 14,4 millions, l'étape de traitement biologique est agrandie et étendue afin de pouvoir éliminer l'azote toute l'année, un nouveau gazomètre est construit sur le toit du bâtiment d'exploitation. Ce dernier est également rénové et différentes parties de l'installation sont modernisées ou remplacées en raison de leur vieillissement. Pour ce qui est des équipements et des installations de la nouvelle station d'ozonation à une ligne dotée d'un filtre à sable monocouche placé en aval, un nouveau bâtiment va être construit sur le terrain de réserve de la STEP de Eich à l'ouest de la STEP existante. Elle sera reliée à l'installation existante de manière souterraine. Après la filtration sur sable, les eaux usées sont déversées dans le Dietliker Altbach sensible au plan écologique. Toutes les étapes de procédé, y compris la nouvelle étape supplémentaire, peuvent être alimentées avec la même quantité d'eau maximale. Les investissements pour l'installation d'ozonation (filtration sur sable incluse) s'élèvent à env. CHF 7,4 millions.

Les analyses effectuées dans le cadre du projet de construction, bioessais inclus, ont montré que la matrice des eaux de la STEP de Eich à Bassersdorf se prête à l'ozonation. Les micropolluants peuvent être suffisamment oxydés avec l'ozone, sans que des sous-produits toxiques tels que le bromate ou la nitrosamine soient formés en concentrations importantes. L'ozone nécessaire au procédé est généré avec de l'oxygène pur préalablement livré. Cela s'est révélé plus rentable que de fabriquer de l'oxygène pur.

Après le premier coup de pioche donné le 21 mars 2016, la première partie de l'augmentation de la capacité de la biologie sera mise en service en juillet 2016. La fouille pour l'ouvrage de l'étape de traitement supplémentaire commencera immédiatement après. Les travaux de construction seront terminés à l'automne 2017, de

sorte que la nouvelle étape de traitement pourra être mise en service une fois les installations effectuées au printemps 2018. Des informations supplémentaires peuvent également être fournies par le syndicat de la STEP de Bassersdorf.

*(Texte: Simone Bützner, Hunziker Betatech)*

**Le syndicat des eaux usées de Morgental et le service d'élimination des déchets de Saint-Gall planifient une étape commune d'élimination des micropolluants.**

La STEP de Hofen de la ville de Saint-Gall achemine déjà ses eaux usées épurées sur la zone de la STEP de Morgental à Steinach SG via une conduite forcée et une installation de turbinage. Les eaux usées des deux STEP sont rejetées dans le Lac de Constance via une conduite sous-lacustre. Une étape commune d'élimination des micropolluants pour 131 000 EH est désormais planifiée sur la STEP de Morgental. Il est prévu de réunir les eaux usées épurées biologiquement des deux STEP, puis de les traiter dans une installation d'ozonation à deux lignes. Il est ensuite prévu de les faire passer sur un filtre à sable monocouche doté de 8 cellules. Le mode de post-traitement n'est toutefois pas encore défini, car il n'y a pas encore d'installation de filtration, et cette dernière n'est pas exigée.

L'installation d'élimination des micropolluants a été dimensionnée à 700 l/s sur la base d'une étude préliminaire. L'adéquation de l'ozonation pour les eaux usées des STEP de Morgental et Hofen a été confirmée par des essais effectués en laboratoire. Il est apparu qu'aucun sous-produits toxiques n'était formé en concentrations importantes. Cela vaut plus particulièrement pour le bromate. L'ozonation a été rapidement privilégiée à cause de la présence de l'hôpital cantonal de Saint-Gall et du Lac de Constance (effluent). L'installation d'élimination des micropolluants élaborée sur la base d'un partenariat coûtera environ CHF 20 millions et constituera une référence visible pour la STEP de Morgental. L'étape sera probablement mise en service fin 2021.

(Texte: R. Boller, AV Morgental, R. Moser, Hunziker Betatech)

## Activités internationales

### «Plateformes sœurs»

Les échanges intenses avec les deux plateformes sœurs de Bade-Wurtemberg (A) et de Rhénanie-du-Nord-Westphalie sont très enrichissants. Une session d'information commune est prévue en 2017. Des informations plus précises seront fournies dans le prochain bulletin d'informations.

Centre de Compétences sur les micropolluants NRW:

[www.masterplan-wasser.nrw.de](http://www.masterplan-wasser.nrw.de)

Centre de Compétences sur les composés traces (KomS): Bade-Wurtemberg

[www.koms-bw.de](http://www.koms-bw.de)

### **Développement d'une stratégie visant à réduire la pollution des eaux par les micropolluants «Stratégie allemande de lutte contre les micropolluants»**

Le Ministère fédéral allemand de l'Environnement a lancé le projet «Développement d'une stratégie nationale de lutte contre les micropolluants». Un cadre stratégique de mesures appropriées visant à minimiser la pollution des eaux par les micropolluants doit être développé en collaboration avec les acteurs essentiels d'ici la mi-2017. Ces mesures ne doivent pas être uniquement appliquées à la fin de la chaîne (dans les stations d'épuration), mais également au niveau de la diffusion des substances nocives (à la source).

Les Länder sont des partenaires de l'État fédéral allemand, comme en témoigne l'exigence de la 85e Conférence des ministres de l'Environnement, à savoir «développer une stratégie coordonnée entre l'État fédéral et les Länder pour identifier et prioriser les micropolluants dangereux pour les eaux».

Outre les intérêts des administrations environnementales des Länder, les intérêts des

structures chargées de l'élimination des eaux usées, des exploitants des stations d'épuration ainsi que des syndicats économiques, spécialisés et environnementaux doivent également être suffisamment pris en compte dans le développement de la stratégie. Un mélange approprié des mesures les plus efficaces et les plus efficientes doit également être discuté et convenu avec les services fédéraux concernés. Parallèlement, un processus de dialogue ouvert doit être organisé avec les multiplicateurs des principaux groupes de parties prenantes, qui se densifiera à mesure qu'il évoluera et conduira ainsi à une stratégie équilibrée et coordonnée au niveau national.

Le cœur du développement de la stratégie repose sur l'organisation professionnelle et la mise en œuvre d'un processus participatif. L'attribution du projet de recherche sera organisée d'ici la mi-2016 par Ministère fédéral allemand de l'Environnement.

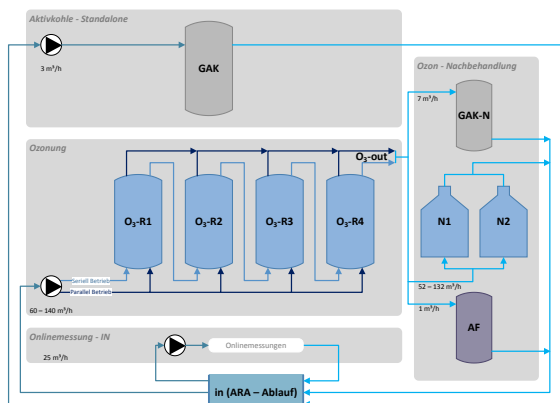
La stratégie de lutte contre les micropolluants de l'Allemagne doit être décidée durant l'été 2017, puis défendue sur le plan politique.

(Texte: Dr. Sven Lyko, Ministère allemand de l'Environnement, de la Protection de la nature, de la Construction et de la Sécurité nucléaire)

### **Essais KomOzAk (Autriche)**

Une installation d'essai portant sur une étape de traitement supplémentaire des eaux usées avec de l'ozone et du charbon actif en granulés a été exploitée dans le cadre du projet de recherche autrichien KomOzAk. L'ozonation a été réalisée sous la forme d'une installation pilote à échelle industrielle (10 000 – 15 000 EH) et comprenait quatre réservoirs de réaction de 4 m<sup>3</sup> pour l'ozone. Ils ont pu être exploités en parallèle ou en série afin de simuler un bassin bien mélangé ou un montage en cascade (fig. 3). L'apport de l'ozone a été réalisé via des injecteurs. Trois procédés de post-traitement différents exploités en parallèle étaient placés en aval de l'ozonation: deux

conteneurs de décroissance ou résonance (N; volume de réaction pur de 16 m<sup>3</sup>), un filtre à charbon actif en grains (GAK) et un filtre à anthracite (FA). Un filtre sous pression à charbon actif en granulés (CAG) de 3 m<sup>3</sup>/h a été exploité parallèlement à l'ozonation.

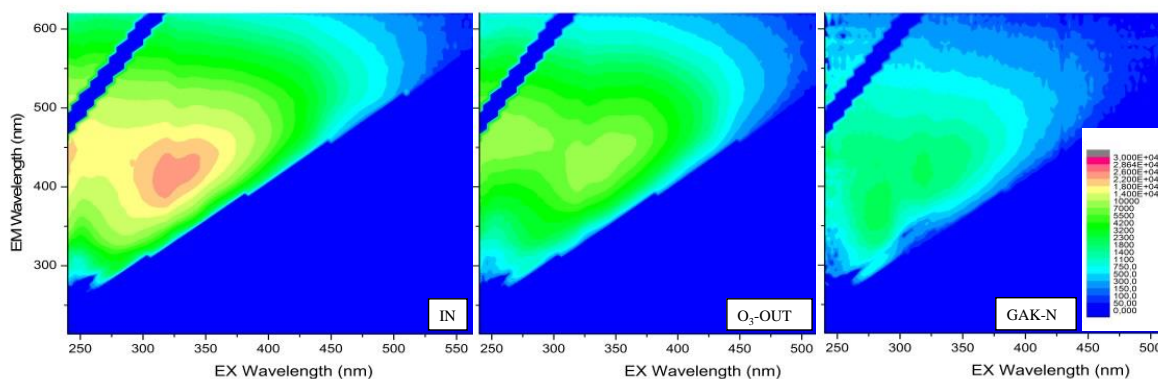


**Figure 3:** Aperçu de la chaîne de procédés de l'installation expérimentale KomOzAk

Le pilotage du dosage d'ozone avec une dose d'ozone spécifique constante était basé sur une modélisation des concentrations de COD équivalentes obtenues à partir de spectres UV/Vis mesurées en ligne. Ce type de régulation d'ozone s'est révélé être stable en exploitation continue et approprié pour couvrir différentes conditions hydrauliques (temps sec, temps de pluie). Pour l'exploitation routinière avec des eaux usées épurées selon l'état de la technique, une dose d'ozone spécifique de 0,7 g O<sub>3</sub>/g COD est recommandée, car les substances sensibles à l'ozone sont éliminées complète-

ment et les substances moyennement sensibles sont éliminées à 60 % en moyenne et la formation de bromate est faible (< 10 µg/l).

L'élimination des composés traces a été évaluée à l'aide de dix substances axées sur le guide RiSKWa «Composés traces organiques polaires servant d'indicateurs dans le cycle de l'eau influencé par l'homme». Parallèlement, la formation de bromate ainsi que les changements du spectre UV et EEM (EEM = matrice d'émission d'excitation, basée sur le spectre de fluorescence 3D) a été étudiée au rejet de chaque étapes de processus. Les résultats de l'élimination des composés traces par ozonation se situent dans la plage attendue, en fonction de la dose d'ozone et de la réactivité des substances avec l'ozone et les radicaux libres OH. Lors des étapes de post-traitement, contrairement aux conteneurs de décroissance et au filtre anthracite, une réduction supplémentaire significative des substances de référence n'a été observée que dans l'étape CAG-N. L'exploitation en parallèle ou en série des réacteurs d'ozonation n'a pas présenté de différences significatives dans l'élimination des composés traces avec la même dose d'ozone spécifique. De plus, une répartition en pourcentage différente de la quantité d'ozone ajoutée dans les différents réacteurs de la cascades exploités en série n'a révélé aucun changement dans l'élimination des composés traces.



**Figure 4:** Spectres de fluorescence 3D (EEM) à l'entrée de l'installation pilote (IN), à la sortie de l'ozonation (O<sub>3</sub>-OUT) et à la sortie du filtre à charbon actif disposé en aval (CAG-N).

Pour ce qui est du filtre à charbon actif sous pression exploité parallèlement à l'ozonation, les taux d'éliminations se sont révélées conformes aux attentes en fonction des substances considérées avec différents volumes de lit. Avec les substances moyennement à difficilement adsorbables, des traces ont été détectées en sortie à partir d'env. 4 000 volumes de lit. Avec un potentiel d'élimination minimal de 70%, la durée de vie pour les composés traces très bien à bien adsorbables était à plus de 10 000 volumes de lit.

Les spectres EEM ont permis de tirer des conclusions sur les changements qualitatifs et quantitatifs de la matrice organique induits par les différentes étapes de traitement (voir figure 4). La couleur sert à mesurer l'intensité du signal, qui est directement proportionnelle à la concentration. La position du maximum de fluorescence permet de tirer des conclusions sur les composants de la matrice organique. Dans la figure 6, on voit que l'ozonation influe aussi bien sur les concentrations que sur la composition relative des composants de la matrice organique. Dans le filtre CAG biologiquement actif en aval, certaines substances organiques sont éliminées par adsorption et en plus une biodégradation a lieu. Il en résulte une diminution de l'intensité du signal en comparaison avec l'ozonation et une modification supplémentaire de la composition relative de la matrice organique.

Le résultat du projet conduit à recommander une ozonation combinée à un filtre à charbon actif en granulés biologiquement actif en aval (filtre CAG avec biofilm) pour l'étape de traitement supplémentaire visant à éliminer les composés traces organiques. Outre une élimination maximale des substances de référence ainsi que de nouvelles substances à prendre en considération dans le futur, l'argument d'une approche multi-barrières constitue également un argument essentiel. Pour l'ozonation, une dose d'ozone spécifique d'env. 0,7 g O<sub>3</sub>/g COD et un temps de réaction de 7,5-10 minutes sont recommandés.

Dans le plan national actuel de gestion de l'eau, aucun post-équipement général des stations d'épuration communales avec une étape de traitement supplémentaire n'est prévu en Autriche pour la période de planification 2015-2021. Des projets de recherche doivent encore être effectués pour réunir les expériences dans le secteur.

Le projet KomOzAk a été financé grâce aux fonds du Ministère fédéral autrichien de l'Agriculture et des Forêts, de l'Environnement et de la Gestion de l'eau (numéros de projet B202770 & 100927). Il a été réalisé en collaboration avec les partenaires de projet Donau Chemie AG, Messer Austria GmbH, VA TECH WABAG GmbH et Xylem Service GmbH. À cette occasion, il convient également de remercier tout particulièrement la station d'épuration, dans laquelle l'installation expérimentale a été exploitée.

*(Texte: Norbert Kreuzinger, Heidemarie Schaar, TU Wien)*

## **Manifestations**

**Toutes les informations concernant les manifestations sont disponibles sur le site Internet: [www.micropoll.ch](http://www.micropoll.ch)**

## **Rétrospective**

**Cours de perfectionnement VSA sur le thème des micropolluants à Emmetten du 1<sup>er</sup> au 3 juin 2016 (Fig. 5).**

Durant trois journées riches en contributions passionnantes sur la recherche, la technique de procédés, la prise en compte des exigences légales, etc., les participants ont eu de nombreuses occasions de mener des discussions intéressantes. Nombre de connaissances ont été générées au cours de ces dernières années. Elles ont pu être rassemblées et interprétées par des experts lors de ce séminaire. La participation active aux discussions et la mixité des participants, tant sur le plan des sexes que des générations, ont réjoui l'organisateur. Un grand nombre de questions ont pu être clarifiées et de nouvelles idées de projet sont apparues.

Si vous avez l'impression d'être passé à côté de quelque chose, ne vous inquiétez pas: la même manifestation est prévue de nouveau en novembre. [Inscription](#).



**Figure 5:** Vue depuis le lieu du séminaire à Emmetten

## Perspectives

### **19 et 20 septembre 2016**

«Élimination des produits pharmaceutiques et des micropolluants dans les eaux – à la croisée des exigences écologiques et de l'innovation technique» à Düsseldorf, [Programme](#)

### **6 octobre 2016**

Forum technologique à Lahr sur les thèmes suivants:

- Gestion des composés traces dans le Bade-Wurtemberg
- Expériences faites dans l'utilisation du charbon actif dans le Bade-Wurtemberg
- Possibilités d'élimination des composés traces dans les STEP de petite taille
- Ozonation dans les stations d'épuration
- Innovations dans le domaine de la technique de procédés
- Visite du filtre textile de la station d'épuration de Lahr

### **2 - 4 novembre 2016**

Cours de perfectionnement VSA sur le thème des micropolluants ([Inscription et programme](#))

#### **Mentions légales**

Rédaction: Pascal Wunderlin, Aline Meier et Christian Abegglen, plateforme «Techniques de traitement des micropolluants»

Aucune version papier n'est disponible.

Référence: [www.micropoll.ch](http://www.micropoll.ch)