

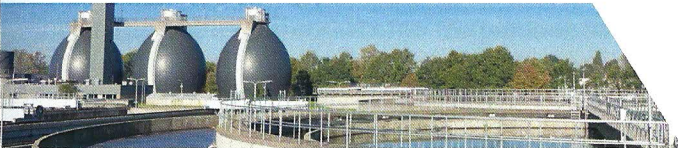
## Le traitement des micropolluants à la STEP de l'AIEE


La STEP de l'AIEE, qui regroupe les communes de Cossonay, Penthalaz, Penthaz, Daillens, Bettens, Bournens et Sullens, fait figure de pionnier romand en matière de traitement des micropolluants. En effet, elle est la seule à l'heure actuelle à bénéficier d'un traitement tertiaire destiné à retenir la plupart de ces substances nocives avant la restitution de l'eau épurée au milieu naturel. L'installation a été mise en service en septembre 2018.

### Petit historique de la STEP

Construite en 1972, la STEP avait la capacité de traiter les EU (eaux usées) de 8'500 EH (équivalent-habitant), les communes raccordées en comptant environ 3'800. Au fil des années, avec l'accroissement de la population, la STEP a atteint ses limites en matière de capacité et de rendement du traitement des EU. De ce fait, en 2008, le Comité de l'AIEE a commandé une étude pour une remise à niveau de la STEP. En 2009, la commune de Daillens s'est raccordée à la STEP, suivie par celle de Bettens en juin 2019. Les travaux de construction de la nouvelle STEP ont commencé en 2012 et se sont étendus sur 3 ans pour atteindre une capacité de traitement de 15'000 EH. Durant les travaux, la STEP n'a pas cessé de fonctionner, restituant à la Venoge une eau d'excellente qualité. Actuellement, les travaux de raccordement des communes de Bournens et Sullens sont sur le point d'être finalisés.

Suite à la modification de la Loi fédérale et de l'Ordonnance sur la protection des eaux de 2015 qui rendent obligatoire l'élimination d'au moins 80% des micropolluants en sortie de STEP, l'état de Vaud s'est approché de l'AIEE pour équiper la STEP d'un traitement tertiaire afin d'éliminer les substances nocives qui subsistent au rejet de la STEP. En effet, le milieu récepteur direct est la Venoge, considéré comme

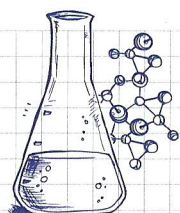




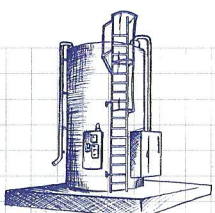
VTA Schweiz GmbH  
 Kalchbühlstrasse 40  
 CH-7000 Chur  
 Tel: +41 81 252 27 09  
 Mail: vta@vta.ch

### LES PROCÉDÉS D'ÉPURATION SUR MESURE.


Votre spécialiste pour l'optimisation globale d'exploitation des STEP – personnalisée, efficace et économique.



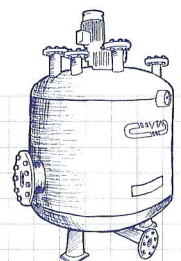
Produits systèmes  
VTA



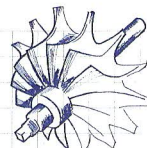
Technologie de dosage  
EURODOS



Analyses  
biologiques



Désintégration des boues  
par ultrasons



Microturbine  
VTA

Tout se clarifie. Avec VTA.

www.vta.ch

Nous savons que votre défi est d'optimiser l'efficacité des installations dans le respect des normes et des exigences légales.

# RESPECTER

# + ÉCONOMISER

Vous atteignez vos objectifs d'efficacité et réduisez vos coûts sans compromis sur la qualité de l'eau.

**Endress+Hauser vous aide à améliorer vos process :**

- Grâce à des procédures de maintenance optimisées via l'autodiagnostic
- Grâce à une gamme complète d'instruments de mesure et des prestations de service adaptées
- Grâce à une solide expertise des applications

Vous voulez en savoir plus ?  
[www.ch.endress.com/eau](http://www.ch.endress.com/eau)

## Endress+Hauser

People for Process Automation

sensible. Diverses solutions techniques ont été étudiées afin de trouver la technologie la plus adaptée.

Le choix du Maître de l'ouvrage s'est porté sur un traitement au charbon actif granulaire (CAG), plus précisément un charbon actif type micrograin en lit fluidisé dans un réacteur à flux ascendant. Les travaux ont commencé début 2018 et l'installation a été mise en service en septembre de la même année. Impératifs budgétaires obligent !

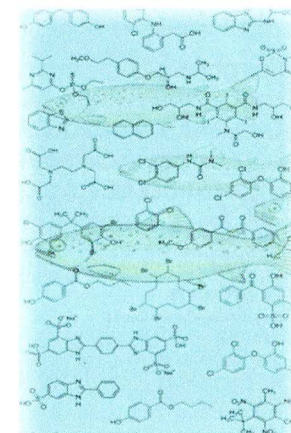


*Maquette à l'échelle qui a servi pour les essais, avec le réacteur à gauche, et utilisée aujourd'hui à des fins didactiques*

### **Mais en fait, un micropolluant, c'est quoi ?**

Un **micropolluant** est une substance (minérale, biologique, organique, radioactive, etc.) polluante (et donc altérage biologique, physique ou chimique) présente dans des concentrations très faibles (de l'ordre du microgramme ou du nanogramme par litre) dans l'eau, dans l'air ou le sol et qui peut avoir une action toxique ou écotoxique pour tout ou partie des organismes ou l'écosystème. Par exemple : les résidus médicamenteux, les hormones, les pesticides ou encore les cosmétiques. Certains de ces produits sont plus ou moins rapidement dégradables, d'autres ne le sont pas (*source Wikipédia*).

La plupart de ces produits se trouvent dans l'environnement en très faibles doses et en cocktails polluants posant des problèmes écologiques complexes. Le principe du pollueur-payeur étant difficilement applicable du fait que ces substances se trouvent de manière diffuse dans l'eau, l'air ou encore dans les sols, il est nécessaire de traiter tous les effluents contaminés avant de les rendre au milieu naturel. Identifier et tracer les micropolluants permet, dans le meilleur des cas, de les éliminer à la source de production (industrie) ou de les remplacer par des produits alternatifs moins toxiques, voire biodégradable.



L'activité humaine produisant une quantité toujours plus importante de substances toxiques pour notre écosystème, l'enjeu écologique prend des proportions de plus en plus vitales pour l'avenir de notre planète.

La STEP de l'AIEE fait donc partie de ce cercle restreint, pour l'instant j'espère, des STEP qui traitent au mieux ces fameuses substances qui peu à peu rendent malade notre planète et, avec elle, ses locataires. Les travaux de modification de la STEP se sont faits dans un délai relativement court et l'investissement se monte à environ 4 millions de francs.

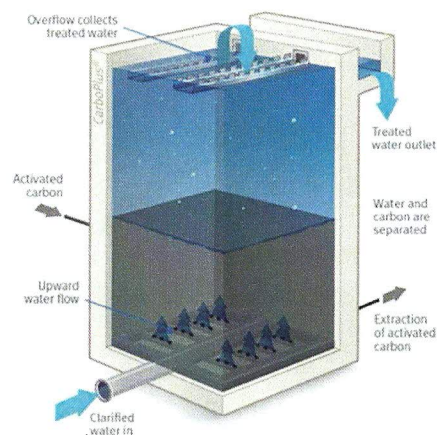
### **Fonctionnement et exploitation de la STEP**

La STEP disposant déjà d'une filtration à l'exutoire des eaux traitées, la partie « traitement des micropolluants » se résume à l'adjonction d'une étape supplémentaire : le passage des eaux traitées au travers de deux réacteurs en béton d'un volume utile de 70 m<sup>3</sup> chacun. Le fond de ces réacteurs est constitué de deux couches de gravier de granulométrie différente. Le rôle de cette couche primaire est d'assurer une diffusion uniforme de l'eau sur la surface du réacteur, tout en faisant en même temps office de filtre. Bien que les eaux entrantes dans les réacteurs soient propres, il subsiste toujours des matières en

suspension qui, au fil du temps, vont colmater la couche granulaire. Un lavage mensuel de ces graviers solutionne le problème.

Le dimensionnement des réacteurs permet de traiter un débit maximal de 90 l/s. Le débit de la STEP varie de 30 l/s en temps sec à 100 l/s en temps de pluie, le débit maximal admissible à l'entrée de la STEP étant de 150 l/s. Les deux réacteurs sont ainsi capables théoriquement de traiter la presque totalité des eaux transitant par la STEP, sauf en cas de très fortes pluies durant lesquelles 1 à 2% des eaux risquent de ne pas passer par les réacteurs.

L'eau est introduite dans les réacteurs par le bas via des diffuseurs, traverse les couches de gravier de manière uniforme, sans passage préférentiel, pour atteindre la couche de charbon actif, ici de type micrograin (le micrograin, de par sa taille, favorise le contact eau-charbon) qui capte les micropolluants par adsorption. La vitesse ascensionnelle de l'eau au travers de la couche de CAG est de 7 à 15 m/h. Elle ne doit pas dépasser 20 m/h sous peine de voir le charbon chargé de substances adsorbées se faire emporter vers la sortie des eaux propres. Le temps de séjour de l'eau dans le réacteur est d'environ 30 min. Si le débit en entrée de réacteur est trop faible, le charbon n'est pas mis en expansion et la surface de contact eau-charbon est diminuée, péjorant d'autant la qualité du traitement. La nuit, le débit d'eau étant insuffisant, une recirculation des eaux épurées par pompage est mise en place afin d'assurer un



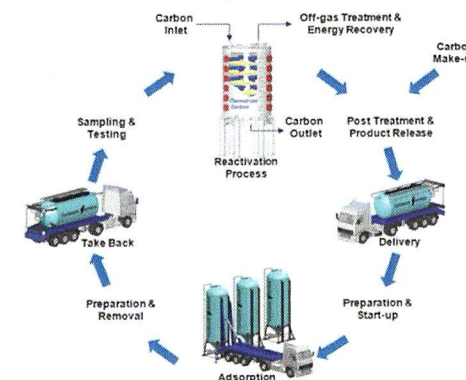
débit minimum au travers du réacteur. La partie médiane du réacteur sert de zone de décantation et la partie supérieure d'exutoire direction la Venoge. Cette eau est analysée en permanence par une sonde UV mesurant les MES, permettant, en cas de valeurs hors tolérance, un ajustement rapide de la part de l'exploitant.

En cas de débit inférieur ou égal à 45 l/s, soit la capacité de traitement d'un réacteur, ceux-ci fonctionnent en alternance par tranche de 24h. Au-delà de ce débit, les 2 réacteurs fonctionnent en parallèle. Le temps d'arrêt maximum d'un réacteur est de 5 jours. Passé ce délai, le CAG devient très compact et la remise en route peut s'avérer compliquée.

Chaque réacteur contient 8 tonnes de CAG. L'injection et l'extraction se faisant en fonction du volume traité, l'âge du CAG est toujours optimal. Pour l'exploitant, la quantité de charbon contenue dans le réacteur est contrôlée par la hauteur de la couche de CAG, mesurée avec le réacteur

à l'arrêt. Ce paramètre d'exploitation est important afin de garantir une qualité de traitement optimale sans pertes de matière en sortie de réacteur. Le CAG frais est livré par camion et celui, qui a été extrait, repris par le même camion qui le ramène à l'usine pour y être recyclé par chauffage à 900°C en présence de vapeur d'eau. Les molécules adsorbées sont dévolatilisées. Si elles sont organiques, elles sont pyrolysées. Le résidu présent dans les pores d'adsorption est gazéifié au moyen de la vapeur d'eau présente dans l'atmosphère du four. Le charbon actif retrouve alors sa structure initiale, libre de tout polluant permettant au charbon de retrouver ses propriétés initiales. Ce procédé permet de minimiser le volume des déchets, de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> et contribue à limiter l'utilisation de ressources naturelles. La perte de CAG lors de cette opération est estimée à 10%. On estime que cette opération peut être renouvelée 5 fois. Ceci reste des estimations au vu du manque de recul actuel sur ces nouvelles technologies. Le charbon peut aussi être régénéré par des lavages acides ou alcalins, ce procédé ne rendant au charbon qu'une partie de sa capacité de travail initiale.

### The Reactivation Cycle



Le CAG est injecté au moyen de vis sans fin et dosé de manière précise. Du fait qu'il représente la part la plus importante du coût d'exploitation, il est essentiel de gérer sa consommation au plus près des besoins. Avant son injection dans le réacteur, il est débarrassé de ses poussières et mouillé pour ne pas le perdre par surverse, vu sa faible densité ( $0.5 \text{ t/m}^3$ ).

Ce type d'installation, comme tout nouveau procédé mis en œuvre, a demandé aux exploitants une phase d'adaptation qui s'est avérée rapide et relativement simple, les principaux paramètres d'exploitation étant la vitesse de passage de l'eau dans les réacteurs et le dosage du volume de charbon à injecter quotidiennement.

### **Le Charbon actif (CAG), c'est quoi ?**

Le charbon actif est un charbon à structure poreuse ayant subi une préparation (développement de la structure poreuse par des gaz oxydants à haute température ou à l'aide d'acide phosphorique) qui lui confère la propriété de fixer à sa surface une grande quantité de molécules avec lesquelles il rentre en contact. Il s'agit d'une structure amorphe composée principalement d'atomes de carbone obtenus après carbonisation de matière d'origine végétale (bois) ou animale (os) à haute température. Un charbon actif présente en général une grande surface spécifique qui lui confère un fort pouvoir adsorbant. La surface développée par le charbon actif est en effet énorme : un gramme de charbon actif a une surface spécifique comprise entre 400 et 2'500  $\text{m}^2$ . Des pores de 2 à 10 nm suffisent pour l'adsorption des molécules.

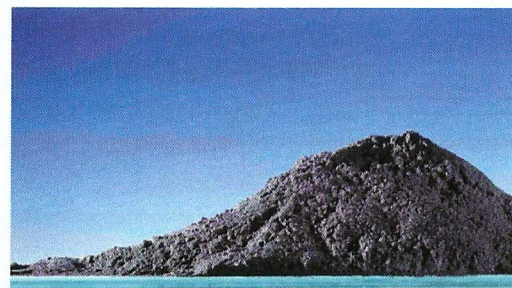
L'adsorption est un phénomène de surface par lequel des molécules se fixent sur la surface de l'adsorbant par des liaisons faibles. Ces propriétés pour la purification des eaux étaient connues par les Egyptiens en 1500 av. J-C ! Au XVIII<sup>ème</sup> siècle, le noir animal, produit à partir d'os, était utilisé pour la purification des liquides par filtration. A la fin des années 1800, il a été utilisé pour en faire des masques respiratoires. C'est au XX<sup>ème</sup> siècle que les procédés de production furent améliorés pour permettre une production industrielle de charbons actifs pour des applications variées : capture de polluant en phase gazeuse ou aqueuse, procédés de séparation de gaz, etc. De nos

jours, il est utilisé en médecine, chimie, filtration, industrie, agroalimentaire, etc. Les ions calcium libérés de la surface d'un charbon activé lors d'un processus de traitement de l'eau jouent un grand rôle dans la bonne fixation des micropolluants organiques.

Le CAG utilisé à la STEP de l'AIEE se présente sous forme de particules de formes irrégulières parmi une gamme de tailles allant de 0.2 à 0.9 mm. Ce type de charbon est spécialement adapté pour les applications en phase liquide et gazeuse.

### **Bilan après 1 année**

Après une année de fonctionnement sur la STEP de l'AIEE, ce type de traitement donne entière satisfaction tant au personnel de la STEP,



qui du point de vue exploitation n'a pas à faire face à une importante augmentation du volume de travail, au Comité de direction, qui a une parfaite maîtrise des coûts, aux Autorités cantonales, qui constatent au travers des

analyses effectuées l'excellente efficacité du système, que, finalement, à nos amis locataires de la faune et de la flore environnantes qui se trouvent ainsi débarrassés d'une grosse partie des substances nocives générées par l'homme.

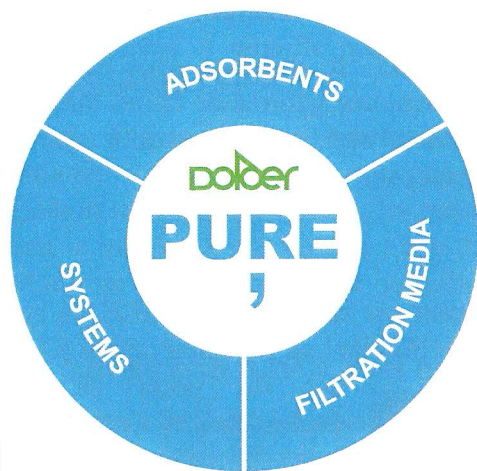
Les 12 substances faisant partie de la Loi fédérale et de l'Ordonnance sur la protection des eaux sont retenues en moyenne à 94.5%, dépassant largement le minimum légal des 80% demandés par la Confédération. La valeur la plus faible est de 82% (Candésartan, un médicament) et la plus élevée de 99% (Benzotriazole, un produit industriel), chiffres qui évoluent en fonction des échantillons analysés. Les prélèvements d'échantillons se font sur 48h et non pas sur 24h.

L'injection de CAG est actuellement de  $15 \text{ g/m}^3$  d'eau traitée. Le débit moyen de la STEP étant de  $3'000 \text{ m}^3/\text{jour}$ , on peut estimer la

dolder.com/pure

dolder  
means value

FILTRATION &  
PURIFICATION



Purification  
Unique solutions  
Recycling & reactivation  
Elimination of micropollutants

CONTACTEZ-NOUS  
christian.zumwald@dolder.com

2018-10/REICB

## Votre partenaire pour vos analyses de laboratoire et votre instrumentation en ligne

WTW  
a xylem brand



Analyses de laboratoire  
et mesures en ligne

FLOW-TRONIC



Débitmétrie sans contact

WaterSam



Préleveurs automatiques

ijinus



Mesures autonomes

Gerber Instruments AG

Im Langhag 12 - CH-8307 Effretikon (ZH)

info@gerber-instruments.ch - www.gerber-instruments.com

Téléphone +41 (0)52 343 37 37 - Fax +41 (0)52 343 30 70

Suisse romande: Markus Schneider - msr@gerber-instruments.ch - +41 79 346 83 46

GERBER  
INSTRUMENTS  
Since 1892

consommation annuelle de CAG à 16.5 tonnes. Un bilan financier du poste « charbon actif » est difficile à établir à ce jour, le fournisseur de l'installation ayant prévu dans son contrat la fourniture du charbon lors de la première année d'exploitation. Selon la qualité du CAG, il faut compter entre 1'500.- et 2'000.- frs la tonne. La consommation d'énergie électrique spécifique pour l'installation est de 150 kWh par jour, ce qui correspond à 17% de la consommation totale pour l'exploitation de la STEP.

Il faut savoir que ce type de traitement, contrairement à l'ozone, ne produit pas de bromates en présence de bromure dans l'eau à traiter, ce qui peut être un argument choc en cas de prise de décision lors de l'étude technique précédant le choix de la méthode de traitement.

Je tiens à remercier chaleureusement Jean-Pascal Golay, exploitant de la STEP de Penthaz, de sa précieuse collaboration pour la rédaction de cet article.

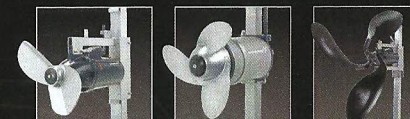
Philippe MONCALVO  
STEP de Port-Valais

Novembre 2019



## AMG, AMD, AFG

APPORTER UN MOUVEMENT DANS LES CHARGES D'EXPLOITATION



Notre série d'agitateurs très efficaces et générateurs de débit prévient la formation de dépôts et soutiens divers processus dans l'eau potable, l'industrie et l'agriculture.

Depuis 1945, Grundfos propose une haute qualité et des solutions des pompes innovantes sur les besoins spécifiques du client. Grundfos est l'un des plus grands fabricants de pompe dans le monde.

Pour plus d'informations, s'il vous plaît visitez  
www.grundfos.ch  
info\_ch@grundfos.com

be  
think  
innovate

GRUNDFOS