

## **Traitement des micropolluants à la STEP de Penthaz**

Notre station d'épuration est la première STEP vaudoise et de Suisse romande qui traite les micropolluants conformément à la nouvelle loi fédérale sur la protection des eaux et à la planification cantonale entrées en vigueur en 2016.

De plus, il s'agit également de la première STEP de Suisse qui traite les micropolluants grâce à un procédé révolutionnaire utilisant du charbon actif en micro grain en lit fluidisé dans un réacteur à flux ascendant.

### **Mais qu'est-ce qu'un micropolluant ?**

Au sens strict du terme, un micropolluant est une substance, naturelle ou non, ou un élément chimique, qui se trouve dans l'environnement à des concentrations plus élevées que la normale. Il existe plus de 100'000 substances synthétiques auxquelles s'en ajoutent chaque année plusieurs centaines. Les activités humaines et notre consommation en dispersent quotidiennement directement ou indirectement dans l'environnement, dont une grande partie atteint les eaux.

Nous rejetons tous des micropolluants, que ce soit des produits d'utilisation courante pour la toilette, le nettoyage, l'entretien, des cosmétiques, crèmes solaires, parfums, pesticides, produits ignifuges, adjuvants industriels, résidus de combustion, etc. Tous finissent un jour dans les eaux usées. En effet dans les bassins des STEPs, ce sont des micro-organismes qui dégradent les polluants. Ils parviennent facilement à "manger" ceux qui sont d'origine naturelle (déchets alimentaires, déjections, etc.) mais ils peinent à dégrader ceux qui sont inventés par l'industrie chimique. Ces derniers traversent donc les STEPs et sont rejetés dans les rivières et les lacs, intacts ou imparfaitement dégradés.

En Suisse plus de 30'000 substances sont employées chaque jour dans l'industrie, l'artisanat et les ménages.

L'agriculture fait appel à environ 1'300 tonnes de produits phytosanitaires par année.

On estime qu'en milieu urbain, 2000 tonnes de produits biocides sont utilisés chaque année.

Les ménages suisses consomment plus de 500 tonnes de médicaments par an. 170 tonnes sont rejetées dans les eaux usées avec les urines et les excréments.

### **Comment quantifier un micropolluant ?**

C'est grâce au développement de méthodes d'analyse ultra-performantes comme la chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse qu'une mise en évidence des micropolluants est devenue possible. La quantification des micropolluants dans les eaux usées se fait en microgramme.

### **Mais qu'est-ce un microgramme ?**

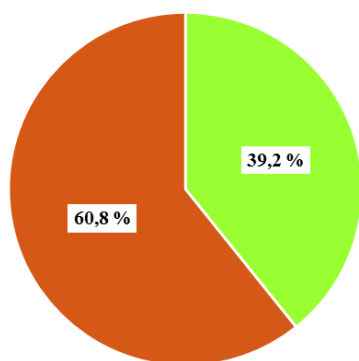
Pour produire 10 microgrammes il faut :

Une goutte de polluant dans un litre d'eau pure, puis bien mélanger.

On prend 6 gouttes de ce mélange que l'on dilue dans 1 ½ litres d'eau pure pour obtenir 10 µ/L.

12 fois par année, la DGE (Direction Générale de l'Environnement) du canton de Vaud procède à l'analyse de 43 molécules dans 34 STEPs du canton. Ces molécules proviennent des médicaments et des produits industriels suivants:

*Antidépresseur, antiépileptique, anti-inflammatoire, antibiotique, antirouille, bêta bloquant, cardio vasculaire, cholestérol, diabète, herbicide, hypertension, pesticide.*



Le graphique ci-contre montre que la STEP élimine le 39.2% des 43 molécules analysées.

Moyenne 2012-2018.

Certaines molécules comme la triméthoprime qui est un antibiotique n'est retenu qu'à 6 % par la STEP tandis que le paracétamol est retenu à 98 %.

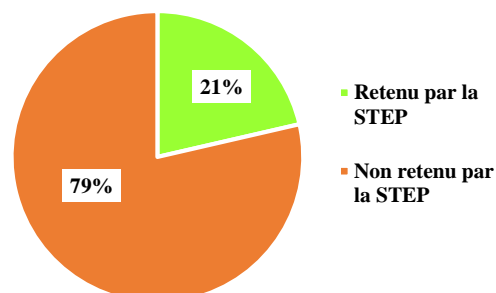
Ces valeurs sont similaires dans toutes les STEP.

■ Retenu par la STEP ■ Non retenu par la STEP

L'ordonnance fédérale a désigné 12 molécules traceuses pour le contrôle de l'abatement des micropolluants. Ces molécules sont les suivantes :

Amisulpride *Antidépresseur*. Benzotriazole *Antirouille*. Candésartan *Hypertension*. Carbamazépine *Antiépileptique*. Citalopram *Antidépresseur*. Clarithromycine *Antibiotique*. Diclofénac *Anti-inflammatoire*. Hydrochlorothiazide *Hypertension*. Irbésartan *Hypertension*. Methylbenzotriazole *Antirouille*. Metoprolol *Bêtabloquant*. Venlafaxin *Antidépresseur*.

Le graphique ci-contre montre que la STEP élimine seulement que 21 % de ces molécules traceuses.



### **Bassin versant de la Venoge/STEP. Haute Venoge et Penthaz.**

Le bassin versant de la Venoge comprend 17 STEPs, dont seules Penthaz et Bussigny dépassent le seuil de 8'000 habitants raccordés. Le pourcentage d'eaux usées varie de 9 à 19 % sur le cours principal de la Venoge.

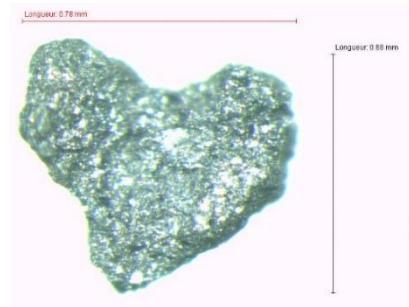
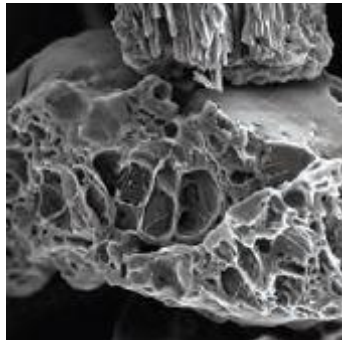
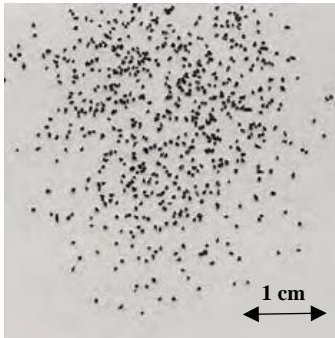
Deux stations équipées du traitement des micropolluants, La Sarraz et de Penthaz, permettraient de réduire la part d'eaux usées non traitées en-dessous de 10 % du débit d'étiage de la Venoge. Ce cours d'eau très sensible fait par ailleurs l'objet depuis 1990 d'un plan d'affectation cantonal visant à sa protection, découlant d'une initiative populaire.

La STEP de Penthaz étant désignée pour traiter les micropolluants, le comité de direction a pris les choses en main, en 2015, avant que les travaux de la nouvelle station soient terminés. Une solution de traitement par charbon actif en micro grain (**CAG**) nous a été présentée. Elle présente beaucoup d'avantages, dont une grande simplicité d'exploitation et une emprise minimale vu notre manque de surface à disposition.

#### **Qu'est-ce qu'un CAG ?**

Le charbon actif est un carbone microporeux possédant une très grande surface spécifique, pouvant aller de 500 à 1500 m<sup>2</sup>/g. Il a ainsi une grande capacité d'adsorption et peut être le

catalyseur de réactions chimiques. Il est produit par pyrolyse de matières organiques végétales ou organiques fossiles, puis il est activé (développement de la structure poreuse), soit par des gaz oxydants à haute température environ 850°C, ou soit à l'aide d'acide phosphorique.

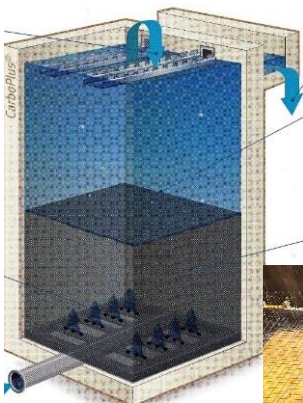


L'efficacité d'élimination des micropolluants est basée sur la capacité d'adsorption du CAG. L'adsorption est un phénomène de surface par lequel des molécules se fixent sur la surface du charbon actif grâce à différentes forces.

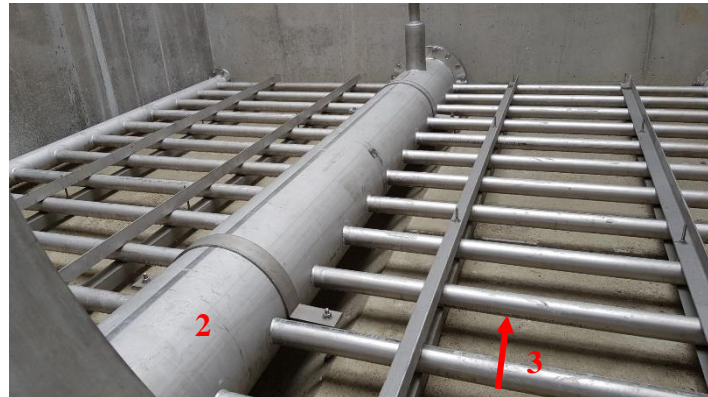
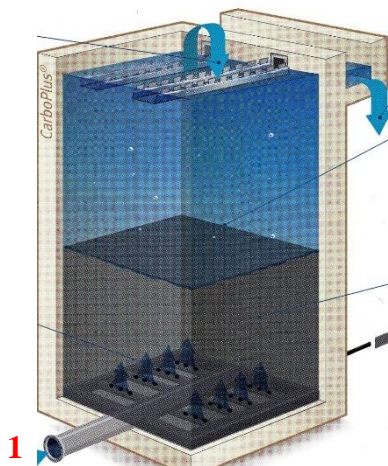
La STEP de Penthaz est la première station en Suisse à utiliser ce procédé. A cet effet un pilote a été installé pour tester les performances du système CarboPlus® pendant 2 ans. Suite aux résultats très concluants, ce procédé a été proposé et a été validé par les autorités cantonales (DGE) et fédérales (OFEV) pour réaliser la nouvelle installation sur le site de la STEP de Penthaz

### Comment fonctionne l'élimination des micropolluants ?

Les photos ci-dessous montrent les 2 cuves des réacteurs en béton de dimension 4 mètres par 4 mètres de base et d'une hauteur de 8 mètres. Le volume utile est de 70 m<sup>3</sup> chacun.



L'eau arrivant des bassins de décantation est introduite par le bas des réacteurs (1) et via les diffuseurs (2). L'alimentation se fait par le bas (3) pour empêcher au maximum le bouchage des diffuseurs.



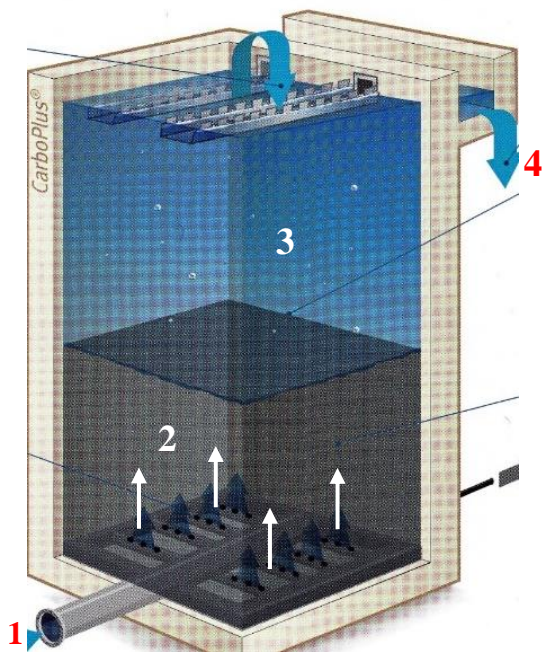
Sur les diffuseurs il y a 2 couches de gravier. Une grossière et l'autre plus fine. Le but de ces graviers est de permettre une diffusion de l'eau uniforme sur la surface du réacteur. Et fait aussi office de filtre. L'eau entrant est en principe propre mais au fil des jours des matières peuvent s'accumuler. Un lavage mensuel nettoie ces graviers.



Le volume maximum pouvant être traité par les 2 réacteurs est de 90 l/s. Le débit moyen de la STEP varie entre 20 et 40 l/s à plus de 100 l/s selon la pluviométrie.

Le débit maximum admissible de la STEP (débit maximum des pompes de relevage) est de 150 litres/seconde.

Les 2 réacteurs suffisent pour traiter "théoriquement" la quantité d'eau entrant dans la STEP. Seulement 1 à 2 % des eaux ne serait pas traitée en cas de fortes pluies.



Comme vu précédemment l'eau est introduite dans le réacteur par le bas (1) et passe dans la couche de gravier pour permettre une diffusion de l'eau uniforme sur la surface du réacteur, sans écoulement préférentiel.

C'est dans la zone 2 que l'absorption des micropolluants se fait sur le charbon actif.

L'écoulement ascensionnel de l'eau peut varier de 7 à 15 m/h. max 20 m/h. Lors des changements de vitesse ascensionnelle, la limite charbon-eau est toujours très nette. Il n'y a pas mélange.

Une goutte d'eau met environ 30 minutes pour passer au travers du réacteur.

Il faut une vitesse ascensionnelle minimale pour maintenir une expansion minimale du charbon. Si la masse du charbon est trop compacte, il présente une surface de contact insuffisante pour un traitement optimal.

Si le débit entrant dans la STEP est trop faible, de nuit, une recirculation se met en route pour garantir cette vitesse ascensionnelle minimale.

La partie médiane du réacteur (3) sert de zone de décantation.

L'eau traitée sort du réacteur (4) et va à la Venoge. Elle est analysée en continu par une sonde UV et l'on mesure aussi la quantité des matières en suspension. Ce qui permet une correction rapide du processus.

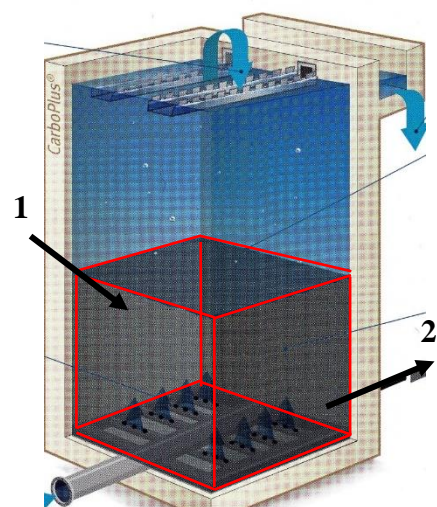
Si les débits moyens de la STEP sont inférieurs ou égal à 45 l/s, c'est la capacité d'un réacteur, les deux réacteurs fonctionnent avec une alternance de 24 heures. Ceci pour être prêt pour une augmentation de débit, en cas de grosse pluie ou d'orage, les 2 réacteurs devraient fonctionner en même temps. Le temps d'arrêt maximum d'un réacteur est de 5 jours car au-delà il est difficile de remettre le charbon en expansion rapidement car il serait trop compact.

Il y a 8 tonnes de charbon dans chaque réacteur.

L'injection (1) et l'extraction (2) de charbon se fait en fonction du volume traité.

L'âge du charbon dans les réacteurs sera constant donc son efficacité maximale.

La quantité de charbon (hauteur) se mesure lorsque que le réacteur est à l'arrêt. Il est important de garantir cette quantité de charbon pour éviter une éventuelle déverse et avoir un charbon de bonne qualité pour l'abattement des micropolluants.





Acheminement du charbon.

Lors des livraisons de charbon frais, le même camion repart avec le charbon usagé qui sera recyclé en usine (en Belgique). Lors du recyclage il y a une perte d'environ 10 % qui sera remplacé par du charbon neuf.

Ce mode de faire a été un grand argument pour le choix du système CarboPlus®.



Préparation du charbon.

Le charbon est stocké dans un silo. Les quantités nécessaires au fonctionnement des réacteurs sont prélevées au moyen d'une vis sans fin.

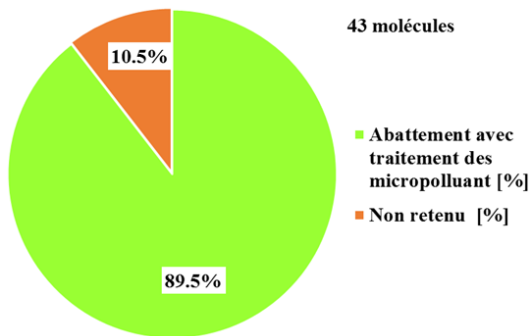
Le charbon est ensuite préparé pour enlever les fines (poussières) et le mouiller afin qu'il ne s'échappe pas du réacteur par surverse.

La densité du charbon sec environ 0.5



Ces 2 photos démontrent de la complexité de la tuyauterie nécessaire au fonctionnement des deux réacteurs.

L'abattement des micropolluants est excellent comme le démontrent les graphiques ci-dessous.

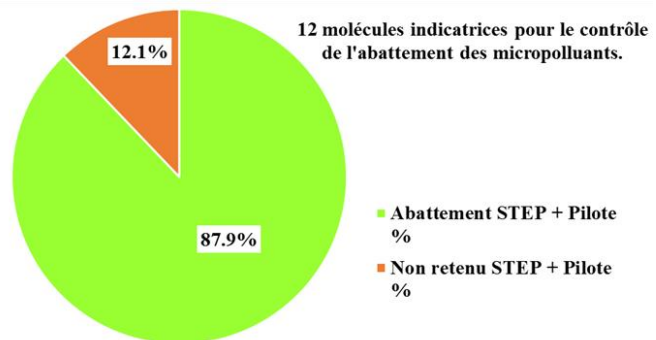


L'abattement par le CarboPlus® sur les 43 molécules analysées est de 89.5 %.

Sans traitement la STEP n'abattait que le 39 % des micropolluants.

L'abattement par le CarboPlus® sur les 12 molécules traceuses est de 87.9 %.

Sans traitement la STEP n'abattait que le 21 % des micropolluants.



L'ordonnance fédérale fixe les normes de rejet comme suit : le taux d'épuration par rapport aux eaux polluées brutes, mesuré à partir d'une sélection de substances chimiques doit atteindre 80 % pour les eaux usées

Comme le démontrent les deux graphiques ci-dessus les objectifs sont largement atteints.

Il s'agit d'une contribution significative pour d'une part l'amélioration de la qualité des eaux de la Venoge dont le débit est composé jusqu'à 20% de rejets de STEP. D'autre part pour la préservation de la ressource d'eau et du Léman qui constitue un réservoir d'eau potable pour plus d'un million d'habitants.

Le traitement des micropolluants de la STEP de Penthaz est un bel exemple de réalisation pour des dizaines de STEP qui devront s'équiper d'une telle étape de traitement dans les prochaines années.

Pour plus de renseignements vous pouvez les trouver sur les sites suivants : [www.micropoll.ch/fr/](http://www.micropoll.ch/fr/) et [www.vd.ch/themes/environnement/eaux/protection-des-eaux/evacuation-et-epuration-des-eaux/stations-depuration-des-eaux-usees-step/](http://www.vd.ch/themes/environnement/eaux/protection-des-eaux/evacuation-et-epuration-des-eaux/stations-depuration-des-eaux-usees-step/)



Merci l'AIEE