

## **Application du Biostyr dans les stations de montagne – Exemples d’Arosa et de Verbier**

### **Problématique**

Les stations de montagne des Alpes Suisses sont caractérisées, comme leurs homologues étrangères par de fortes et rapides variations de charges en période touristique, été et hiver. Ces fortes variations, souvent supérieures à un facteur de 5 posent un problème technologique au niveau du traitement biologique qui doit assurer une qualité de traitement poussée et égale tout au long de l’année et doit donc s’accommoder de fortes variations de charges et de faibles températures.

### **Solution**

Pour répondre à cette problématique, la technologie de biofiltration est aujourd’hui vue comme une solution idéale. En effet, l’étape de traitement biologique est dans ce cas réalisée au moyen de cellules en parallèles traitant chacune une partie de débit. Cette disposition permet une très bonne adaptation aux variations de charges en utilisant un automatisme approprié. Le biofiltre permet également une nitrification et/ou dénitrification poussée même à des températures relativement basses et est donc parfaitement adapté au traitement des eaux de stations de montagne.

### **Présentation du Biostyr®**

Le procédé Biostyr® assure l’épuration biologique des eaux usées, par passage du flux à traiter à travers un matériau granulaire de faible densité (inférieure à 1), appelé Biostyrène, colonisé par une biomasse active. En un seul ouvrage compact, on réalise simultanément l’abattement de la pollution azotée, et la clarification de l’effluent par filtration à travers le matériau filtrant.

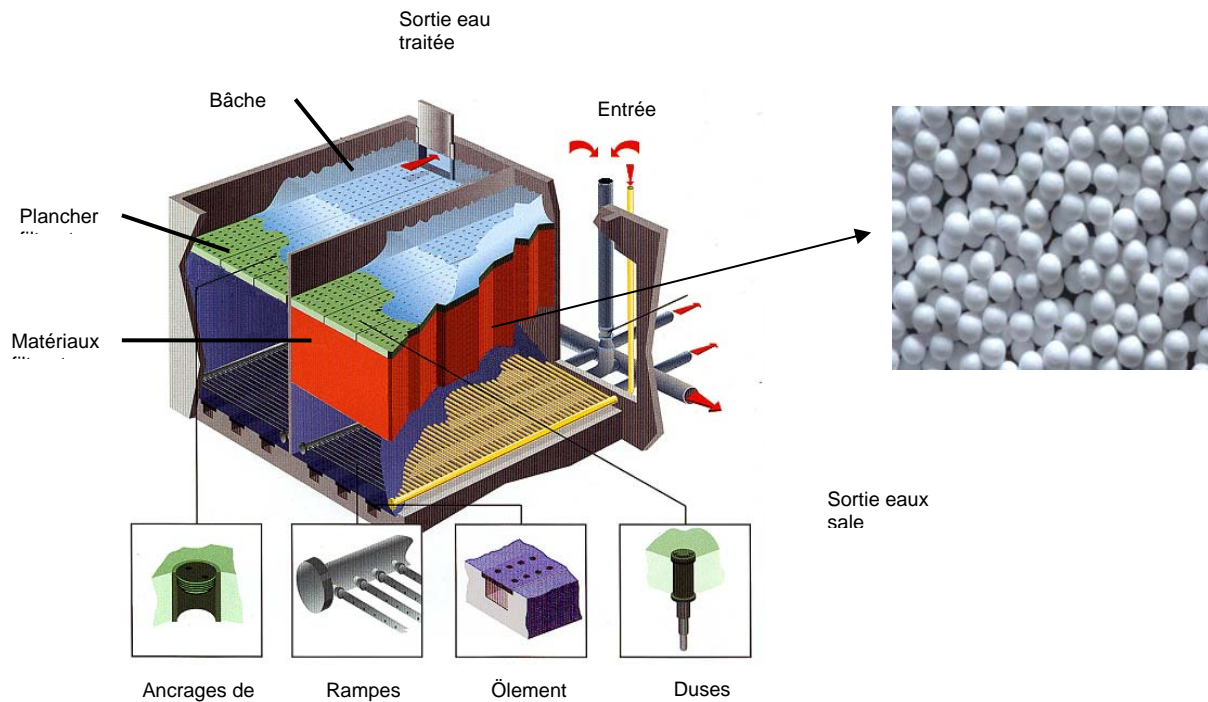
L’eau à traiter circule dans le sens ascendant. Elle traverse le lit filtrant puis le plafond de dalles crépinées qui assure le maintien du matériau Biostyrène flottant. L’alimentation en eau du Biostyr se fait depuis une chambre d’alimentation en béton dimensionnée pour éviter au maximum les pertes de charge et les entraînements d’air qui perturbent la répartition de l’eau à traiter. Une rampe d’air, située dans le bas du filtre, assure l’aération du filtre. Un flux d’air préchauffé est injecté à co-courant de l’eau à traiter. Les collecteurs et ramifications sont dimensionnés pour assurer l’équipartition de l’air à distribuer sans provoquer de vibrations par des vitesses trop élevées. Dans le matériau aéré, les matières carbonées et azotées sont dégradées et transformées en biomasse, CO<sub>2</sub> et NO<sub>3</sub>. De la même manière que dans les systèmes à boues activées, ces bio-transformations sont dues aux flores aérobies hétérotrophes pour la pollution carbonée et autotrophes pour la dégradation de l’ammoniac.

L’eau filtrée transite ensuite par un plan d’eau de restitution de grande capacité situé au-dessus des filtres, plan d’eau commun à toutes les cellules, afin de disposer d’un volume d’eau en lavage.

Le choix du matériau de remplissage pour le procédé BIOSTYR a été déterminé par la recherche et le développement, avec comme objectif un matériau filtrant adapté à la nitrification. Ce matériau filtrant doit satisfaire à plusieurs critères:

- Il doit être disponible en grande quantité à prix avantageux.
- Il doit avoir une granulométrie fine et régulière avec une grande surface spécifique pour chaque particule porteuse.
- Il doit comporter des macropores pour favoriser le développement des bactéries.
- Le matériau doit avoir également une résistance élevée contre l’usure provoquée par les contraintes mécaniques.

Le polystyrène expansé satisfait à ces conditions d’une manière idéale. Étant donné que ce matériau est plus léger que l’eau, il a fallu développer un filtre avec un plancher crépiné - cette disposition de filtre est caractéristique du Biostyr®.



**Vue éclatée d'une cellule Biostyr®**

### **Le procédé Régulfiltre**

Le principe de Régulfiltre est basé sur le fait que les performances d'un biofiltre sont meilleures s'il fonctionne à charge volumique constante plutôt qu'à charge volumique variable. Il développe à charge volumique constante, une biomasse bien adaptée à cette charge et ne subit pas la dégradation de performances que l'on observe lors de la pointe de pollution sur un filtre à charge volumique variable. Un filtre verra donc se succéder au cours du temps des périodes d'arrêt (mode veille) et des périodes de marche (mode filtration). Le nombre de filtres en filtration sur l'installation sera donc variable. L'expérience montre que ce fonctionnement permet d'accroître les performances de l'installation tout en répondant mieux aux variations de charges entrantes.

Le principe consiste, pour l'essentiel, à fixer le nombre de filtres en filtration à partir des conditions de charge de la période considérée. Lors de périodes creuses, le mode Régulfiltre saisonnier se limite, en pratique, à la mise en œuvre d'un nombre donné et réduit de filtres en mode filtration et à une permutation de ces filtres pour assurer une "reprise" satisfaisante lorsque la charge augmente, sans avoir à réensemencer certains filtres (et à subir des aléas technologiques lors du redémarrage après une longue période d'arrêt). Lors de périodes chargées, on retrouve un mode de gestion des filtres identique au type de fonctionnement classique, tous les filtres étant en mode filtration.

Le plus souvent, la plage limite de fonctionnement de l'installation de production d'air ou les contraintes technologiques (débit d'air mini par m<sup>2</sup> pour équirépartition ...) ne permettent pas de suivre les besoins réels en air lors des périodes de faible charge ; ceci conduit à des sur-débites inutiles et coûteux.

Le mode Régulfiltre permet de limiter ces sur-débites et même s'il est nécessaire d'aérer par séquences les filtres en veille, le bilan énergétique est globalement favorable à Régulfiltre qui permet de mieux valoriser les bio-filtres, en particulier pour les stations de montagne ayant un fort impact touristique.

### **Exemple d'application : ARA Arosa**

Arosa, lieu de villégiature traditionnel des Grisons, est une importante station de ski située au fond de la vallée du Schanfigg à environ 1800 m d'altitude. Pendant la saison haute en hiver, la station accueille de nombreuses touristes et la STEP d'Arosa doit faire face à une montée drastique en

charge (variation de la charge de  $\text{NH}_4$  d'un facteur maximum de 10). Pour pouvoir respecter les valeurs de sortie, l'extension de la STEP par une biofiltration s'est avérée nécessaire et la commune d'Arosa a choisi Alpha Umwelttechnik pour l'installation d'un Biostyr en nitrification tertiaire.



**Figure 1 - STEP d'Arosa. Les Biostyrs sont situés dans le bâtiment couleur crème**

Le tableau ci-dessous récapitule les variations de charge saisonnières pour la STEP d'AROSA.

		Haute saison Hiver		Haute saison été		Basse saison	
		temps sec	temps de pluie	temps sec	temps de pluie	temps sec	temps de pluie
Paramètre	Unité						
Q	m3/d	6117	7898	5530	9700	4518	8447
T	°C	10.7	9.9	13.6	12.8	10.7	9.6
DCO	kg/d	306	235	163	194	80	170
DBO	kg/d	67	89	28	77	23	27
TOC	kg/d	79	69	32	37	15	21
Ptot	kg/d	2.4	2.8	2	4	1.5	2.5
NH4-N	kg/d	300	138	99	105	58	28
MES	kg/d	85.6	142	72	194	54	118

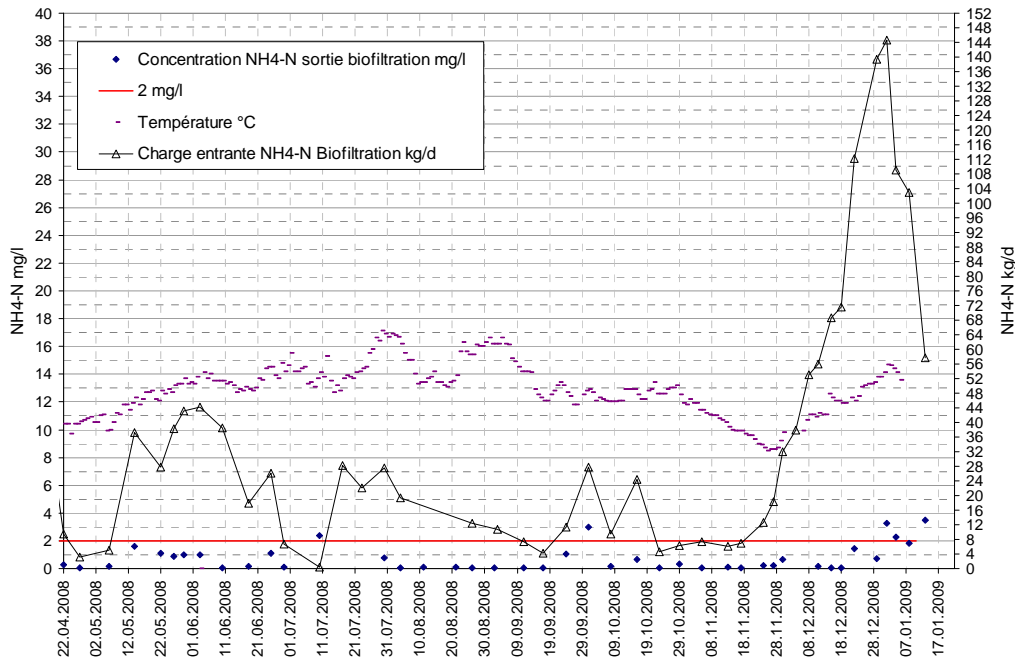
La STEP Arosa a été équipée avec une installation de biofiltration (mise en service 2008). L'ensemencement des Biostyr nitrifiants (Biostyr N) s'est faite avec succès et les valeurs de sorties ont été respectées (valeurs données ci-dessous).

Paramètre	Unité	Valeur
DCO	mg O2/l	60
DBO <sub>5</sub>	mg O2/l	15
TOC	mg C/l	10
Ptot	mgP/l	0.5
NH4-N	mg N/l	2.0
MES	mg TS/l	15

A Arosa, le Biostyr® est située en aval d'une boue activée forte charge. Les caractéristiques principales du Biostyr® sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Paramètre	Unité	Valeur
Nombre de cellules	U	4
Surface unitaire	m2	28
Hauteur de matériau	m	3
Taille des billes de polystyrène	mm	3.6
Vitesse filtrante maximum (cas n)	m/h	7.2

Les charges appliquées sur la biofiltration, les concentrations de NH4-N en sortie ainsi que la température de l'eau de la STEP d'Arosa sont présentées dans le graphique ci-dessous :



Afin que la biomasse soit adaptée à la charge entrante, l'ensemencement doit se faire à faible charge polluante. La charge doit être augmentée progressivement (dans la mesure du possible), afin de permettre le développement de la biomasse. Pour ce faire, il est conseillé d'alimenter les cellules Biostyr N à une charge initiale de 0.1 – 0.2 kgNNH4/m3.j puis augmenter progressivement la charge jusqu'au traitement de la charge nominale. La charge en N-NH4 appliquée doit se faire en fonction de la charge en N-NH4+ éliminée. Lorsque la charge éliminée est égale à 80% de la charge appliquée, on peut passer au palier supérieur d'ensemencement (augmentation de la charge appliquée). Sur l'exemple d'Arosa, l'ensemencement a été réalisé sur environ 2,5 mois, de façon très progressive. Cette durée peut être réduite notamment avec des températures d'eau plus importantes. L'utilisation du Régulifltre permet d'augmenter aisément la charge d'ensemencement sur un ou plusieurs filtres pendant que les autres sont en veille et maintiennent leur biomasse. Si la charge hydraulique ou la charge polluante augmente, le Régulifltre passera automatiquement une ou plusieurs cellules supplémentaires en filtration.

### Exemple d'application : Verbier (STEP PROFRAY)

La station de Profray dimensionnée pour 19800 EH a été mise en service en 1993. La station de Verbier dimensionnée pour 18 750 EH a été mise en service en 1967. Ces deux stations ne permettent pas un rejet maîtrisé suivant les nouvelles normes en vigueur. Suite à un rapport de BG, il a été décidé de fermer la station à Verbier et d'envoyer les eaux usées sur la station de Profray située plus bas dans la vallée tout en assurant une réhabilitation et une extension de celle-ci permettant de faire face à l'évolution démographique et d'assurer une nitrification poussée conformément aux normes légales.

Le traitement biologique sur la STEP de Profray est actuellement assuré par une biofiltration C+N en aval d'un traitement primaire physico-chimique. Ce traitement n'assure actuellement pas une nitrification satisfaisante.

Dans le cadre de l'appel d'offre, il a été décidée de transformer l'étage actuel en C et de rajouter un étage de biofiltration N derrière assurant une nitrification poussée. Le choix technologique s'est porté sur le procédé Biostyr® en raison de sa capacité à assurer une nitrification poussée et stable tout en permettant de réduire les coûts énergétiques au minimum grâce à sa conception.

La réhabilitation de cette station aura lieu entre 2010 et 2011 avec une mise en service prévue en 2012.

Le tableau ci-dessous récapitule les variations de charge saisonnières pour la STEP de Profray

		Total Bagnes Charges futures 2025			
Paramètre	Unité	TTC 95%	TTC 85%	TS moy	B. saison
Q	m <sup>3</sup> /d	10 950	8 510	5 760	2 580
Q max	m <sup>3</sup> /h	610	430	390	175
DCO	kg/d	7 970	5 320	3 130	1 560
DBO	kg/d	3 550	2 380	1 420	710
Ptot	kg/d	7.6	7.8	6.6	7.0
NH4-N	kg/d	30.5	30.9	23.6	26.7
MES	kg/d	3 880	2 580	1 370	690

Les valeurs garanties en sortie de station sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Paramètres	Unités	Concentrations de sortie	Rendement épuratoire
MES	mg/l	15	90%
DBO5	mg O <sub>2</sub> /l	15	90%
N-NH4	mg N/l	2	90%
Ptot	mg P/l	0.3	90%
DCO	mg/l	10	85%

A Arosa, le Biostyr® est située en aval d'une boue activée forte charge. Les caractéristiques principales du Biostyr® sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Paramètre	Unité	Valeur
Nombre de cellules	U	5
Surface unitaire	m <sup>2</sup>	28
Hauteur de matériau	m	3.5
Taille des billes de polystyrène	mm	3.6
Vitesse filtrante maximum (cas n)	m/h	6.5

**Contacts :**

Yoann Le Goaziou  
 Alpha Umwelttechnik AG  
 Schloss Strasse 15  
 2560 Nidau  
 Tel: 032 332 93 41  
 Email: [ylegoaziou@alphaut.ch](mailto:ylegoaziou@alphaut.ch)