

Une station naturelle d'épuration des eaux (SNEP) pour 250 EH sans décantation primaire à Beurnevésin (Jura suisse)

Bernard Lachat¹, Dirk Esser² et Daniel Urfer³

Après plusieurs visites de stations d'épuration (STEP) dans les cantons de Vaud, Fribourg et en France, les autorités communales de Beurnevésin ont souhaité opter pour une station de type naturel et rural (SNEP) avec des filtres plantés de roseaux. Cette technique étant relativement connue, le choix s'est porté sur un système original (Phragmifiltre de la société française SINT) adapté aux besoins et aux moyens des petites collectivités, en l'occurrence 250 EH pour la commune de Beurnevésin.

Il est généralement admis que les systèmes dits «d'épuration douce» nécessitent une décantation primaire. Or, l'originalité et la nouveauté du système résident dans le fait qu'il ne possède pas de décantation primaire. Un dégrilleur automatique retient les particules grossières (entrefers de 2 cm) et les eaux usées chargées sont distribuées sur des filtres plantés de roseaux.

Bases de dimensionnement

La SNEP a été dimensionnée pour une charge hydraulique de 88 m³/jour par temps sec et un débit moyen diurne (sur 14 heures) de 6.3 m³/h.

Par temps de pluie, la charge hydraulique maximale admissible sur la station est de 12.5 m³/h x 24 h = 300 m³/jour.

La charge organique est assimilée à 250 équivalents-habitants, soit une charge en DBO₅ de 18.8 kg/jour.

La pente générale en aval du village de Beurnevésin est très faible. Il a donc été nécessaire de relever les eaux avec deux systèmes de pompage.

Traitement des eaux pluviales

Suite à chaque événement pluvial, c'est le collecteur général (DN600) qui fait office de stockage.

L'eau est ensuite progressivement évacuée par pompage vers l'unité de traitement.

Avec un débit d'évacuation limité à 12.5 m³/h, ce sont 65 m³ d'eau pluviale qui sont traités en environ 10 heures par la station, en considérant que celle-ci doit traiter, pendant ce même temps, environ 6.3 m³/h d'eaux usées.

Les eaux pluviales excédentaires, non stockées dans le collecteur, sont évacuées vers une roselière par un regard faisant office de déversoir d'orage. Un fossé bétonné avec crête déversante horizontale assure la réparation des eaux sur la roselière. Une contre-

¹Biotech Biologie appliquée SA, route de Courroux 17, 2824 Vicques, tél. 032 435 66 66, courriel biotec@biotec.ch, internet <http://biotec.ch/>

²SINT Société d'Ingénierie Nature et Technique, 5, rue Boyd, F-73100 Aix-les-Bains, courriel dirk.esser@sint.fr, internet <http://sint.fr/>

³Office des Eaux et de la Protection de la Nature de la République et canton du Jura, Les Champs Fallat, 2882 Saint-Ursanne

penne assure le retour de l'eau de ce fossé vers le regard à la fin de l'événement pluvial et facilite ainsi son nettoyage. Un dégrilleur type «râteau» retient les éléments grossiers. Les eaux pluviales traversent les roseaux et le substrat terreux avant d'être rejetées dans un cours d'eau latéral, la Vendline.

La roselière a été dimensionnée pour une pluie avec un temps de retour de 2 ans de 163 l/s/ha qui engendre un débit de 1420m³/h. La surface nécessaire est donc d'environ 140 m² pour limiter la charge surfacique à 10 m/h.

Outre une meilleure efficacité de décantation par la présence de roseaux et des coûts d'investissement moins importants

que des techniques habituelles, le traitement des eaux pluviales par la roselière a également l'avantage de réduire considérablement les coûts d'exploitation: les sédiments s'accumulent dans la roselière et il ne sera nécessaire de les enlever que lorsque l'épaisseur aura atteint environ 0.50 m.

Le schéma de principe est illustré par la figure 1.

Le fossé bétonné ainsi que le dégrilleur se nettoient au jet d'eau en fonction des événements pluvieux. De ce fait il a été nécessaire de disposer d'une borne d'alimentation en eau propre à cet endroit.

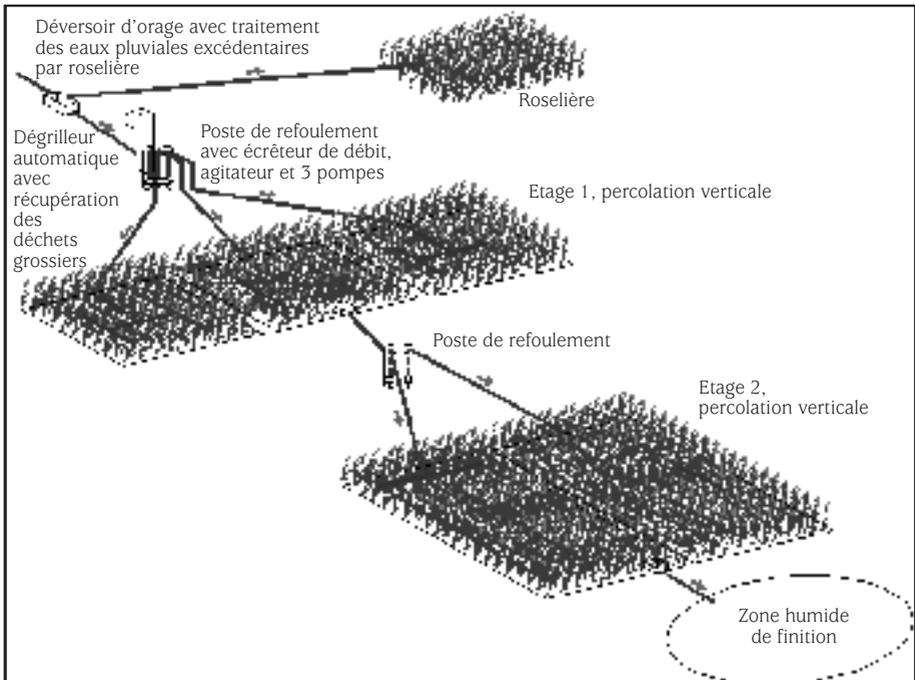


Figure 1: Schéma de principe du fonctionnement de la SNEP de Beurnevésin.



Photo 1 : Poste de refoulement N° 1 après installation. Le dégrilleur automatique est aussi installé (24.03.03).

Traitement des eaux usées

Poste de refoulement 1

Les eaux usées sont acheminées gravitairement vers un poste de refoulement (photo 1) situé dans l'enceinte de la station de traitement, à une centaine de mètres en aval du déversoir d'orage et de l'unité de traitement des eaux pluviales.

Un dégrilleur automatique (photo 1) est installé dans le poste de refoulement.

C'est le poste de refoulement, équipé de trois pompes fonctionnant en alternance hebdomadaire, qui alimente directement les filtres du premier étage, par «bâchées». La «bâchée» est de 3 m³ et c'est la pompe alors en service qui alimente le filtre en service. Le débit se doit d'être instantané et il est de l'ordre de 75 m³/h.

Par temps de pluie, un limiteur du temps de fonctionnement des pompes, programmé par horloge, permet de réguler à 12.5 m³/h (= 300 m³/jour), en moyenne, les débits qui alimentent la station. Un agitateur évite la décantation des matières organiques dans le poste de refoulement.

1^{er} étage de filtres

Le premier étage est composé de trois filtres, de granulométrie variable et d'une épaisseur d'environ 1 m. Ils sont plantés de roseaux et possèdent une surface unitaire de 144 m², soit une surface totale de 432 m². Ceci correspond à une charge organique moyenne de 35 g de DBO₅/jour par m². La charge hydraulique maximale sur le filtre en fonctionnement est de 0.6 m/jour par temps sec et jusqu'à environ 2 m par jour en temps de pluie. Chaque filtre du premier étage est alimenté pendant 84 heures et est en repos pendant une semaine.

La distribution des eaux usées se fait par des tuyaux placés verticalement et non horizontalement, car l'eau est encore très chargée en MES et cela risquerait d'obstruer les conduites (photos 2, 3 et 5).

Le premier étage est drainé et les eaux partiellement traitées sont reprises pour la 2^e phase dans un deuxième poste de refoulement.

Poste de refoulement 2

Pour reprendre les eaux drainées du 1^{er} étage de filtres, un 2^e poste de refoulement a été construit. A l'intérieur, deux pompes alimentent, en alternance hebdomadaire, un des filtres plantés de roseaux du deuxième étage.

2^e étage de filtres

Celui-ci est composé de deux filtres de granulométrie variable et de 1 m de profondeur. Ils offrent une surface de 144 m² chacun. La «bâchée» de 3 m³ est stockée dans le poste de refoulement N° 2 puis la pompe en activité alimente le filtre en service avec un débit instantané de 75 m³/h.

L'alternance d'utilisation des filtres et leur mise en service sur les deux étages de traitement s'effectuent automatiquement par une programmation électrique des pompes.



Photo 2: Etat fini des filtres et premiers essais sur l'étage 1 (14.05.03).



Photo 3: Etat et fonctionnement après la plantation des roseaux (21.09.03).

La distribution des eaux usées se fait ici horizontalement car l'eau a été filtrée dans le 1^{er} étage et il n'y a plus de risque d'obstruction.

Pour faciliter l'entretien, une 2^e borne d'alimentation en eau propre a été installée vers le bâtiment de service.

Petite zone humide

Pour polir encore un peu l'eau traitée, le reste de la parcelle mise à disposition par la commune a été dégrappé de sa terre végétale pour induire une zone d'étalement des eaux provenant du 2^e étage de filtres, constituant ainsi une zone humide juste avant la restitution des eaux dans la Vendline.

A propos des «boues»

Aujourd'hui, environ 400 Phragmifiltres ont été construits en France, dont la taille oscille entre 10 à 2200 EH. Ils traitent les eaux usées de diverses communes, mais aussi celles des aires de repos et de service des autoroutes et des installations touristiques. A ce jour, seules les «boues» d'une station ont été curées.

Il s'agit en fait de la station pilote du Cemagref (Institut de recherche public français dans les domaines de l'agriculture et de l'environnement) à Gensac-la-Pallue en Charente, qui traite les eaux usées de 1600 EH depuis 1987.

Une partie des filtres du premier étage (il y a huit filtres en parallèle sur le premier étage de cette station) a été curée en 1996, avec le seul objectif de gagner de l'expérience en matière de curage.

Une autre partie n'a été curée qu'en 2001, après 14 ans de fonctionnement, lorsque l'accumulation des boues était devenue trop importante pour assurer un bon fonctionnement (voir photo 4).

Il convient de souligner qu'à Gensac, le système d'alimentation et de répartition est beaucoup moins sophistiqué que celui proposé aujourd'hui sur les systèmes Phragmifiltre et la hauteur des digues moins importante. La hauteur de la couche de «boues» était donc beaucoup plus hétérogène et atteignait plus rapidement une hauteur critique par rapport aux digues autour des filtres.

En moyenne, l'accumulation observée de la couche de « boues » à Gensac était de 1,3 cm par an. Au curage, la siccité de la couche de boues était de l'ordre de 25 % et la fraction organique (pertes au feu) descendait en dessous de 40 % dans la partie inférieure de la couche. En effet, le taux de siccité augmente et celui de matière organique diminue du haut vers le bas, démontrant bien la stabilisation biologique des résidus.

Un bilan de matière (MES entrantes moins MES sortantes = MES retenues) sur cette station, ayant fait objet d'un suivi analytique poussé, permettait d'évaluer le taux de minéralisation à environ 65 % (à partir de la différence entre les MES retenues et les MES curées sous forme de terreau.



Photo 4 : Curage des « boues » à Gensac-la-Pallue.

A propos des roseaux

Pour les deux filtres de traitements, pour la roselière d'eaux pluviales et pour une petite partie de la zone humide, 3 600 roseaux ont été plantés par une entreprise spécialisée en mai 2003. Les roseaux proviennent d'une pépinière et sont hauts de quelque 20 cm dans des godets à mottes 6x6 cm.

La plantation des filtres avec des roseaux (*Phragmites australis*) procure plusieurs avantages :

- les racines des roseaux sécrètent des acides organiques et, grâce à des tissus lâches spéciaux, dégagent de l'oxygène, favorisant ainsi le développement des bactéries dans leur entourage (on parle alors de l'« effet rhizosphère ») ;
- par le développement de leurs tiges autour desquelles l'eau peut percoler, les roseaux favorisent l'infiltration et diminuent le risque de colmatage des filtres ;
- ils donnent incontestablement un aspect plus esthétique aux filtres ;
- ils facilitent l'entretien (plus de désherbage ; une fois que les roseaux sont bien établis il n'y a pas besoin de gratter la surface des filtres).

Contrairement aux tiges aériennes (qui fanent et meurent à la fin de l'automne), les tiges souterraines du roseau ou rhizomes poursuivent leur croissance pendant tout l'hiver, permettant au printemps la repousse de nouvelles tiges éloignées de la plante-mère. L'occupation du filtre est donc maximum assez rapidement.

Toutefois, les besoins du roseau en azote et en phosphore sont très limités par rapport aux quantités importantes que les eaux usées amènent sur les filtres.

En effet, aucune plante ne peut produire suffisamment de biomasse pour incorporer de telles quantités sur une surface aussi réduite (quelques mètres carrés par habitant). Contrairement à ce qu'on peut lire parfois, l'azote et le phosphore ne sont donc pas éliminés par les plantes dans le système des « filtres plantés de roseaux » ni d'ailleurs dans les autres systèmes travaillant avec des surfaces similaires.

Il est donc inutile de couper les roseaux dans un souci d'exportation de l'azote et du phosphore, d'autant plus que des coupes pratiquées lorsque les roseaux sont verts (avant qu'ils ne transportent les nutriments dans leurs rhizomes à l'automne) les affaibliront à long terme.

La coupe hivernale recommandée a pour seul objectif d'éviter une accumulation trop importante de biomasse sur la surface des filtres.

Résultats de fonctionnement

Suite à la mise en service de la SNEP de Beurnevésin le 12 juin 2003, l'Office des eaux et de la protection de la nature a procédé à quatre analyses dans le cadre du contrôle officiel du fonctionnement des stations d'épuration du Canton du Jura. Les prélèvements ont été réalisés sur 24 heures à l'aide de préleveurs automatiques mobiles. Le tableau 1 résume les résultats des analyses des quatre campagnes de mesures réalisées dans la SNEP de Beurnevésin.

Les points de prélèvement sont situés avant le dégrilleur pour l'échantillon «Entrée SNEP» et à la sortie de la petite zone humide (Sortie SNEP).

Les résultats montrent un fonctionnement tout à fait conforme aux exigences légales en la matière. En effet, les concentrations des paramètres clefs à la sortie de la SNEP

sont largement en dessous des valeurs limites définies par l'OEaux. Le léger dépassement des matières en suspension dans l'échantillon du 9 décembre 2004 est probablement le résultat d'un problème au niveau du prélèvement (aspiration de sédiments). La nitrification totale est particulièrement réjouissante.

La figure 2 illustre plus en détail l'évolution de la matière carbonée (DBO₅), des matières en suspension (MES) et de l'ammonium à travers les différentes étapes de la SNEP pour la campagne d'analyse du 14 avril 2004 (échantillons sur 24 heures).

Les résultats (figure 2) montrent clairement l'importance du traitement à deux étages (2 filtres en série) pour les composés carbonés et azotés ainsi que les particules.

Après un peu moins de deux ans de fonctionnement, les rendements d'épuration de la SNEP de Beurnevésin sont réjouissants à tout point de vue. En effet, les résultats correspondent (ou dépassent) le niveau de traitement obtenu dans des STEP de taille similaire du canton, utilisant une technologie d'épuration «classique».

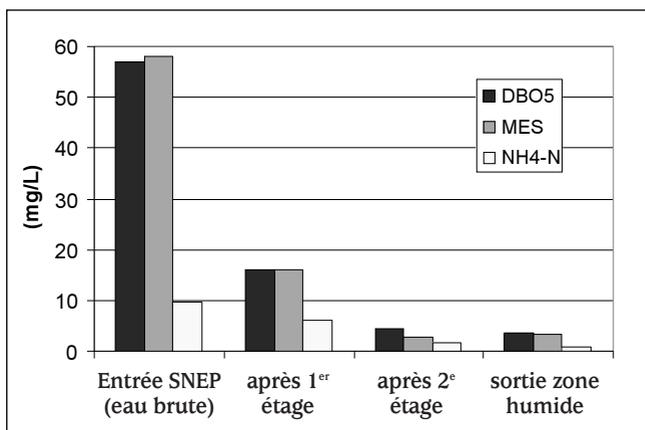


Figure 2: Concentrations de DBO₅, MES et ammonium à travers la SNEP le 14.04.2004.

Date		(mg/L)	Sortie SNEP (mg/L)	Exigence OEaux (mg/L)
22.10.2003	DBO ₅	25	3.3	20
	DOC	9	4.6	(10)
	MES	32	3.2	20
	NH ₄ -N	4.2	1.1	2
	P _{tot}	1.3	0.8	na
26.11.2003	DBO ₅	145	1.4	
	DOC	19.8	5.0	
	MES	139	2.2	
	NH ₄ -N	19.9	0.04	
	P _{tot}	3.7	2.3	
14.04.2004	DBO ₅	57	3.6	
	DOC	11.8	5.2	
	MES	58	3.2	
	NH ₄ -N	9.8	0.72	
	P _{tot}	2.33	1.35	
09.12.2004	DBO ₅	56	2.5	
	DOC	14.5	3.5	
	MES	41	21	
	NH ₄ -N	10.5	0.03	
	P _{tot}	2.1	1.6	

Légende:

na : non-applicable

DBO₅: demande biochimique en oxygène

DOC: carbone organique dissous

NH₄-N: ammonium

P_{tot}: phosphore total

Tableau 1: Résultats de fonctionnement SNEP Beurnevésin.

Contraintes d'exploitation

Les contraintes sont les suivantes:

- nettoyage par giclement d'eau propre du fossé bétonné et du dégrilleur en tête de la roselière liée au traitement des eaux pluviales;
- évacuation des déchets solides récoltés par le dégrilleur automatique;
- entretien des abords (fauche) selon nécessité;
- chaque année au début de l'hiver, faucardage des roseaux sur les filtres plantés de roseaux (à partir de la deuxième ou troisième année de fonctionnement, car au début le faucardage est remplacé par un désherbage des plantes adventives, afin de permettre une bonne implantation du roseau);
- lavage au début de l'hiver des pompes et rinçage de quelques conduites de répartition;

- après dix à vingt ans, curage des «boues» (terreau) compostées à la surface du premier étage. Selon la législation ces «boues» seront probablement transportées et incinérées.

Exécution et coûts

Les travaux ont été réalisés de août 2002 au printemps 2003. Durant cette période, les conditions météorologiques ont été épouvantables et ont considérablement ralenti les travaux. La mise en service date du 12 juin 2003 à 14h. L'inauguration a eu lieu le 21 juin 2003.

Le coût total de l'épuration de Beurnevésin, y compris les collecteurs jusqu'à la sortie du village, s'est monté à Fr. 1 600 000.-.

En ce qui concerne la SNEP proprement dite (canalisations jusqu'aux filtres, eau propre, électricité, filtres, bâtiment de service, électromécanique, chemin, clôtures,

etc.), le coût s'est élevé à Fr. 400000.–, auquel s'ajoute un collecteur de la sortie du village jusqu'à la roselière (Fr. 140000.–). La très faible dénivellation n'a pas permis de travailler en gravitaire et a obligé l'utilisation de pompes. Si les coûts peuvent paraître élevés à l'investissement, il ne faut pas oublier que la SNEP traite presque la totalité des eaux pluviales, sont compris également 200 m de canalisations liées à son emplacement, le raccordement de la douane ainsi que les raccordements à l'eau potable et l'électricité. Toutefois il est établi que l'entretien réduit engendrera des gains très substantiels.

Conclusion

L'expérience de Beurnevésin confirme que le système de filtres plantés de roseaux (type Phragmifiltre) est un traitement rustique, semi extensif, fiable et performant. D'une exploitation très simple à la portée des petites communes, il s'intègre parfaitement dans le paysage rural, sans risques de nuisances olfactives pour le voisinage et peut accepter des variations de charge importantes. Son traitement intégral des eaux usées et des boues, sans décantation au préalable, allège considérablement les collectivités rurales de l'épineuse question de la gestion des boues.

Dans ce système, la couche de boues transformée en terreau sur la surface des filtres par une faune très variée – des bactéries jusqu'aux vers de terre en passant par des protozoaires et des collemboles – constitue un filtre biologique particulièrement efficace pour l'épuration.

Ces nombreux atouts expliquent sans doute pourquoi ce système connaît actuellement un grand succès en France, alors que dans d'autres pays l'utilisation d'autres types de filtres plantés de roseaux, souvent beaucoup plus gourmands en surface, est restée assez discrète et surtout utilisée pour de très petites unités ou alors en trai-

tement de finition derrière des stations techniques.

Les craintes de mauvaises odeurs se sont envolées. Aussi bien les résultats obtenus, que le fonctionnement et l'entretien limité concourent au succès de ce type de SNEP. La commune de Beurnevésin ne regrette pas son choix et est très satisfaite.

Si de nombreuses données existent pour les STEP classiques, il faut bien admettre, qu'en Suisse, les résultats de fonctionnement des Phragmifiltres sont encore lacunaires. D'ici quelques années, avec la construction prochaine de 2 nouvelles SNEP de ce type, le canton du Jura pourra amener plus de résultats et donc plus de pertinence, bien qu'en France la démonstration de l'efficacité soit déjà faite.



Photo 5: 1^{er} étage lors de la 2^e année de végétation (27.10.04). Photos: BIOTEC B. Lachat.