

DOMAINE D'APPLICATION

Conseillé	50-1000 EH ₆₀
Observé	200-1000 EH ₆₀

VOLET TECHNIQUE

1 PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

1.1 PRINCIPE

Filière d'épuration à culture fixée sur support fin.

Cette technique d'épuration, comme l'infiltration-percolation, repose sur deux mécanismes principaux, à savoir :

- **la filtration superficielle** : les matières sèches en suspension sont arrêtées à la surface du massif filtrant et avec elles une partie de la pollution organique (DCO particulaire)
- **l'oxydation** : le milieu granulaire constitue un réacteur biologique servant de support aux bactéries aérobies responsables de l'oxydation de la pollution dissoute (DCO soluble, azote organique et ammoniacal)

Les filtres plantés de roseaux ou rhizosphères sont des excavations étanches au sol remplies de couches successives de gravier ou de sables de granulométrie variable.

Ils sont constitués de plusieurs étages constitués de plusieurs unités.

Leur fonctionnement alterne des phases d'alimentation et de repos.

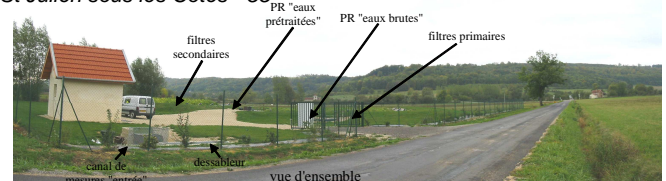
Les ouvrages construits sont prévus pour stocker par accumulation les boues correspondant à la pollution traitée pour une hauteur annuelle évaluée à 1,5 cm et ce jusqu'à concurrence d'une quinzaine de centimètres. En théorie, la capacité de stockage serait d'une dizaine d'années.



On distingue deux types de configuration induisant différentes conditions de fonctionnement :

- **les filtres horizontaux** alimentés en continu fonctionnant en conditions saturées et aérobies en partie supérieure, l'oxygène étant apporté par diffusion à travers la surface grâce aux végétaux, et en condition saturée et anoxique en partie inférieure.
- **les filtres verticaux** alimentés obligatoirement par bâchées fonctionnant, comme pour les filtres à sables, en condition insaturée aérobie, l'oxygène provenant du renouvellement de l'atmosphère du massif lors des bâchées par convection.

St Julien sous les Côtes - 55



La majorité des filtres plantés de roseaux construits sont de type à écoulement vertical sur deux étages, car ils présentent l'avantage :

- d'être alimentés en eaux brutes sans traitement primaire
- de constituer un dispositif rustique susceptible de fournir un bon niveau de traitement par réduction de la pollution dissoute et particulaire et par l'oxydation de la pollution azotée.

La filière à écoulement horizontal en premier étage de traitement est d'un moindre intérêt, elle nécessite en particulier un dimensionnement supérieur et la présence d'un traitement primaire

1.2 ROSEAUX

La présence de roseaux contribue à :

- empêcher la formation d'une couche colmatante en surface liée à l'accumulation des matières organiques retenues par filtration mécanique.
- favoriser le développement de micro-organismes cellulolytiques lesquels contribuent au même titre que les rhizomes, racines, radicelles mais aussi lombrics à une minéralisation poussée de la matière organique avec formation d'une sorte de terreau parfaitement aéré et de perméabilité élevée.
- assurer une protection contre le gel dans la mesure où les massifs en hiver sont couverts par la végétation.
- créer de l'ombre et donc maintenir une hygrométrie contribuant à la formation d'une biomasse bactérienne
- accroître la surface de fixation des micro-organismes par le développement racinaire. De plus, il semblerait que les tissus racinaires et leurs exsudats constituent des niches plus accueillantes que des substrats inertes car un sol planté est biologiquement plus riche et actif qu'un sol nu.
- participer à l'intégration paysagère des dispositifs



1.3 HISTORIQUE

Ce procédé a notamment été mis au point en France par le CEMAGREF à partir d'un modèle d'origine allemande conçu par le Dr SEIDEL dont quelques unités ont été implantées en France au cours des années 70-80. Diverses améliorations visant à simplifier la filière et fiabiliser son fonctionnement ont été apportées dans le but de procéder à son développement.

1.4 FILTRES PLANTES DE ROSEAUX A ÉCOULEMENT VERTICAL

Ce procédé épuratoire consiste à infiltrer des eaux brutes dans un milieu granulaire insaturé sur lequel est fixée la biomasse épuratrice.

Le traitement est effectué sur plusieurs étages en série (en général deux) constitués en général de trois surfaces élémentaires en parallèle et fonctionnant en alternance.

Les filtres verticaux alimentés par bâchées et par immersion temporaire de la surface permettent un renouvellement de l'atmosphère du massif par convection; ils fonctionnent ainsi en conditions insaturées, aérobies comme les filtres à sables verticaux souterrains ou les bassins d'infiltration-percolation.



La caractéristique principale de ce type d'épuration réside dans le fait que les filtres du premier étage de traitement, dont le massif actif est constitué de graviers fins, peuvent être alimentés directement avec les eaux usées brutes dégrillées (sans décantation préalable). Cela évite à la commune de gérer les boues primaires qui présentent une stabilisation imparfaite.

Les processus épuratoires sont assurés par des micro-organismes fixés, présents dans le massif filtrant mais aussi dans la couche superficielle de boues retenues sur la plage d'infiltration.

Le deuxième étage de traitement, dont le massif filtrant est majoritairement constitué de sables, complète le traitement de la fraction carbonée de la matière organique, essentiellement dissoute, ainsi que de l'oxydation des composés azotés.

L'effluent brut est réparti directement sans décantation préalable, à la surface du filtre, il s'écoule en son sein en subissant un traitement physique (filtration), un traitement chimique (absorption – complexation) et un traitement biologique (biomasse fixée sur support fin).

Les eaux épurées sont drainées.

L'oxydation de la matière organique s'accompagne d'un développement bactérien qui doit être régulé pour éviter un colmatage biologique interne. L'autorégulation de la biomasse est obtenue grâce à la mise en place de plusieurs massifs indépendants alimentés en alternance.

Pendant les phases de repos, le développement des bactéries, placées en disette, est réduit par la prédation et la dessiccation.

Magstatt le Haut - 68



St Julien sous les Côtes - 55



Si la déclivité des lieux le permet, les filtres plantés de roseaux peuvent être alimentés entièrement de façon gravitaire à l'aide de siphons auto-amorçant adaptés tant à la nature des eaux usées qu'au débit nécessaire pour obtenir une bonne répartition des eaux et des matières en suspension en surface des filtres du premier étage.

Le massif filtrant doit être composé de sables ni trop fins pour éviter le colmatage, ni trop gros pour éviter un passage trop rapide.

Pour un même étage, la surface de filtration est séparée en plusieurs unités afin de permettre l'alternance de phases d'alimentation et de repos.

L'aération est assurée par convection à partir du déplacement des lames d'eau et une diffusion de l'oxygène depuis la surface des filtres et les cheminées d'aération vers l'espace poreux.

L'exploitation est facile puisqu'elle consiste en un jardinage, mais contraignante puisqu'elle doit être effectuée 1 à 2 fois par semaine. Un faucardage annuel est recommandé.

2 CONCEPTION DES FILTRES PLANTÉS A ECOULEMENT VERTICAL

AVERTISSEMENT

La filière d'épuration par filtres plantés verticaux décrite dans la présente fiche correspond à la filière française "classique" qui est actuellement la seule à avoir pu être observée dans le bassin Rhin-Meuse.

2.1 GENERALITES

Ce procédé épuratoire consiste à infiltrer des eaux usées brutes dans un milieu granulaire insaturé sur lequel est fixée la biomasse épuratoire.

Les filtres verticaux alimentés par bâchées permettent un renouvellement de l'atmosphère du massif par convection et qui fonctionnent ainsi en conditions insaturées, aérobies

2.2 LA CONCEPTION AU FIL DE L'EAU...

2.2.1 Prétraitement.

2.2.1.1 Dégrillage.

Dégrillage obligatoire pour les communes de plus de 200 EH₆₀ (arrêté du 21 juin 1996 – article 22)

Il serait souhaitable de le surdimensionner pour n'avoir à effectuer qu'une visite par semaine.

Améliorations utiles

- Un by-pass de la grille est indispensable

2.2.2 Filtres plantés.

La filière se compose classiquement de deux étages de traitement en général composés de trois filtres en parallèle au premier étage et de deux au second.

Chaque filtre du premier étage reçoit la totalité de la charge pendant la phase d'alimentation, d'une durée de 3 à 4 jours, avant d'être mis au repos pendant une période double.

Ces phases d'alimentation et de repos sont fondamentales pour contrôler la croissance de la biomasse au sein des filtres, maintenir des conditions aérobies à l'intérieur des filtres et minéraliser le dépôt de matières organiques issu de la rétention des matières en suspension à la surface.

L'effluent est dirigé vers un deuxième étage de traitement pour affiner l'épuration particulièrement en ce qui concerne le traitement de l'azote.

Les surfaces nécessaires à chaque étage, doivent être adaptées en fonction du climat, du niveau de rejet requis et la charge hydraulique appliquée.

2.2.2.1 Alimentation.

Améliorations utiles

- Dans le cas d'une arrivée gravitaire, un canal de mesures faisant aussi office de déversoir d'orage et de dessableur est à prévoir à l'amont de la chasse d'alimentation des lits.
- Avec une alimentation par poste de pompage (dont dimensions et le débit peuvent être réduits), le canal de mesures avec dessableur est à installer à l'aval du relèvement; il sera immédiatement suivi de la chasse pendulaire.

Pour obtenir une bonne répartition, la vitesse d'alimentation doit être supérieure à la vitesse d'infiltration. Les arrivées d'eau se font en plusieurs points.

Précautions utiles

- La lame d'eau infiltrée ne devrait pas dépasser 0,9 mètre par jour.

Le volume d'une bâchée est un compromis entre, d'une part, un temps de stockage limité pour éviter une fermentation anaérobie des eaux et, d'autre part, la possibilité de répartir convenablement un volume aussi faible que possible au regard de la célérité avec lequel le volume est apporté.

Le système de distribution doit permettre une immersion complète de la surface du filtre suite à une phase d'alimentation (de l'ordre de 1 à 3 cm d'eau).

Le plus souvent ce sont des goulottes à débordement ou des injections par points depuis un réseau de distribution superficielle ou enterré qui assurent cette alimentation.



Les dépôts qui s'accumulent à la surface amoindrissent la perméabilité. Ils améliorent naturellement la répartition de l'effluent.

Les roseaux limitent le colmatage de surface car leurs tiges percent et fissurent la couche de dépôts accumulés superficiellement.

L'alimentation séquencée se fera par chasse pendulaire, auget basculant, siphon auto amorçant ou encore par pompage. Quel que soit le mode d'alimentation choisi, il est nécessaire que la vidange du dispositif et du réseau d'alimentation soit complète pour éviter l'accumulation de matières en suspension.

Le débit instantané et le volume de la bâchée sont liés : plus le volume de la bâchée est réduit, plus le débit instantané doit être élevé pour submerger toute la surface du filtre alimenté en temps court.

La répartition des eaux brutes sur le premier étage doit être réalisée de manière homogène sur l'ensemble du lit.

L'eau brute doit circuler à une vitesse minimale de 0,6 m/s. Cela est obtenu grâce à une goulotte de répartition à débordement (adapté pour les lits de petites surfaces) ou grâce à un diffuseur ponctuel (avec un nombre élevé de points d'alimentation distribués de manière symétrique)

Un système anti-affouillement sera prévu au niveau des diffuseurs ponctuels.

Pour le second étage, le nombre de points d'alimentation doit être plus important. Le système de répartition peut être un réseau superficiel de tuyaux percés d'orifices non enterrés, des diffuseurs ponctuels. Le système de distribution par sprinkler est incompatible avec le développement des roseaux lesquels risqueraient d'en bloquer la rotation

Dans le cas d'un écoulement gravitaire, les canalisations seront installées en surface, par contre, si l'alimentation est réalisée par pompage, les canalisations pourront être enterrées. Seules les sorties seront apparentes. Cela constitue un avantage par rapport au risque de gel et facilite l'intégration paysagère lorsque les roseaux sont faucardés.

2.2.2.2 Filtres

En cas d'alimentation gravitaire, il est nécessaire d'avoir une dénivelée de l'ordre de 3 à 4 mètres entre les points d'alimentation amont et de rejet aval pour alimenter les filtres par gravité (siphon ne nécessitant aucun apport d'énergie).

Les boues s'accumulent à raison d'environ 1,5 cm/an soit une hauteur de stockage préconisée de 15 cm pour une durée de 10 ans.

Le temps de séjour est de quelques heures.

Les filtres verticaux supportent des périodes de gel à condition de prévoir la pente des canalisations suffisante pour éviter la stagnation d'eau laquelle pourrait geler et gêner l'alimentation mais aussi endommager la tuyauterie.

Si la région est particulièrement pluvieuse, le dimensionnement tiendra compte du débit de temps de pluie.

Le fond du filtre doit respecter une pente d'environ 1% ; la surface du filtre est plane.

Le nombre de filtre doit être un multiple de trois pour prévoir des période de repos les deux tiers du temps)

2.2.2.3 Matériaux

Le premier étage est constitué de plusieurs couches de graviers

1 ^{er} étage de traitement	
Couche filtrante (gravier fin) Gravier de 2 à 8 mm	40 cm
Couches de transition granulométrie adaptée de 3 à 20 mm	10 à 20 cm
Couche drainante granulométrie de 20 à 40 mm	10 à 20 cm

La couche active est du gravier de 2 à 8 mm sur 40 cm

La couche inférieure est du gravier de 10 à 20mm sur une épaisseur de 10 à 20 cm et la couche drainante du gravier de 20 à 40 mm sur une épaisseur de 10 à 20 cm pour assurer le drainage.

Le deuxième étage est recouvert d'une épaisse couche de sables. Il est constitué d'une épaisseur de 30 à 60 cm de sables alluvionnaire siliceux puis d'une couche de transition de 10 à 20 cm de gravier de 5 à 10 mm et enfin d'une couche drainante de gravier de 20 à 40 mm sur une épaisseur de 10 à 20 cm. Il est légèrement plus profond sans pour autant dépasser 1 mètre. Les risques de colmatages sont moindres qu'au premier étage.

2 ^{ème} étage de traitement	
<p><u>Couche filtrante</u> $0,25 < d_{10} < 0,40$ $3 < Cu < 6$ teneur en calcaire < 4% teneur en fines < 3%</p>	30 à 60cm
<p><u>Couches de transition</u> granulométrie adaptée de 3 à 20 mm</p>	10 à 20 cm
<p><u>Couche drainante</u> granulométrie de 20 à 40 mm</p>	10 à 20 cm

Si le sol en place a une conductivité hydraulique suffisante et contient moins de 10 % d'argile, il pourra être utilisé pour la construction du second étage de filtration sans étanchéification rapportée, à condition que le milieu récepteur ne soit pas très sensible. Le sol doit être remanié au moins en surface pour favoriser l'infiltration.

Il est indispensable de procéder à des tests de ségrégation entre les différents matériaux utilisés afin de s'assurer qu'ils ne peuvent pas se mélanger d'une couche à l'autre, auquel cas, il est nécessaire d'insérer une couche de granulométrie intermédiaire.

2.2.2.4 Plantation

Plusieurs espèce des plantes peuvent être utilisées mais les roseaux de type Phragmites Australis, par leur résistance aux conditions rencontrées (longues périodes submergées du filtre puis période sèche, fort taux de matières organiques) et la rapide croissance du chevelu des racines et rhizomes sont les plus souvent utilisés dans les climats tempérés.

La plantation s'effectue à raison de 4 à 6 plants /m² entre mai et août.

2.2.2.5 Drains

La collecte des eaux traitées en fond de filtre est obtenue grâce à des drains. Ces derniers sont raccordés à un drain principal à l'extrémité du filtre lequel collecte la totalité des eaux traitées. Il assure l'évacuation des effluents vers le regard d'alimentation des filtres du second étage ou le regard de sortie.

Chaque drain est relié à une cheminée d'aération

Des drains en tube synthétique entaillés de fente (d'un diamètre de 100 mm minimum) seront utilisés pour collecter l'effluent traité sur le fond du filtre. L'utilisation de tubes de classe de résistance élevée limitera les risques de détérioration du système de drainage.

On évitera l'utilisation de coudes à angle droit.

Les orifices (fentes de 5 mm de large sur un tiers de la circonférence et espacées de 15 cm) seront tournés vers le bas. L'utilisation de drains agricoles est à proscrire à cause des orifices trop petits.

Les drains doivent être inspectables et curables.

2.2.2.6 Boues

L'évacuation des boues du premier étage est réalisée tous les 10 à 15 ans.

Ces boues sont fortement minéralisées et ne sont donc pas fermentescibles comme celles d'autres procédés.

Leur évacuation peut être réalisée à l'aide d'une minipelle équipée d'un godet de curage de fossé avec une lame relativement tranchante.

Les engins utilisés doivent pouvoir accéder à la périphérie des lits.

Les rampes d'alimentation doivent pouvoir être démontées lors de cette opération.

2.2.3 Rejet

L'infiltration des eaux traitées sous le deuxième étage peut être intéressante en cas de sensibilité forte du milieu récepteur. Cette pratique permet de bénéficier d'une épuration complémentaire et d'une dispersion dans le sol en place. Sa faisabilité est à déterminer par une étude géotechnique et le risque de pollution des eaux souterraines est à apprécier par une étude hydrogéologique. Par ailleurs, un dispositif d'échantillonnage représentatif de la qualité globale du rejet doit être mise en place au niveau de la couche drainante qui assure l'interface avec le sol en place.

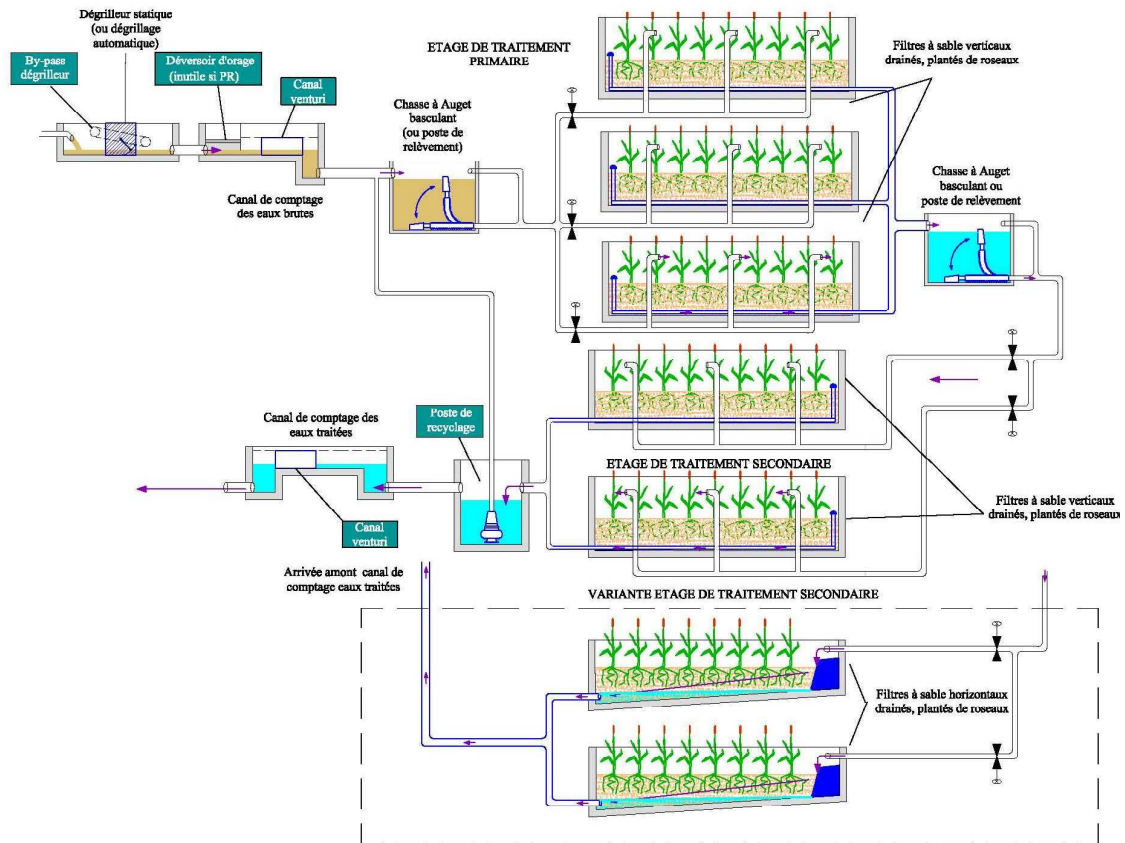
2.2.4 Autosurveillance

Améliorations utiles

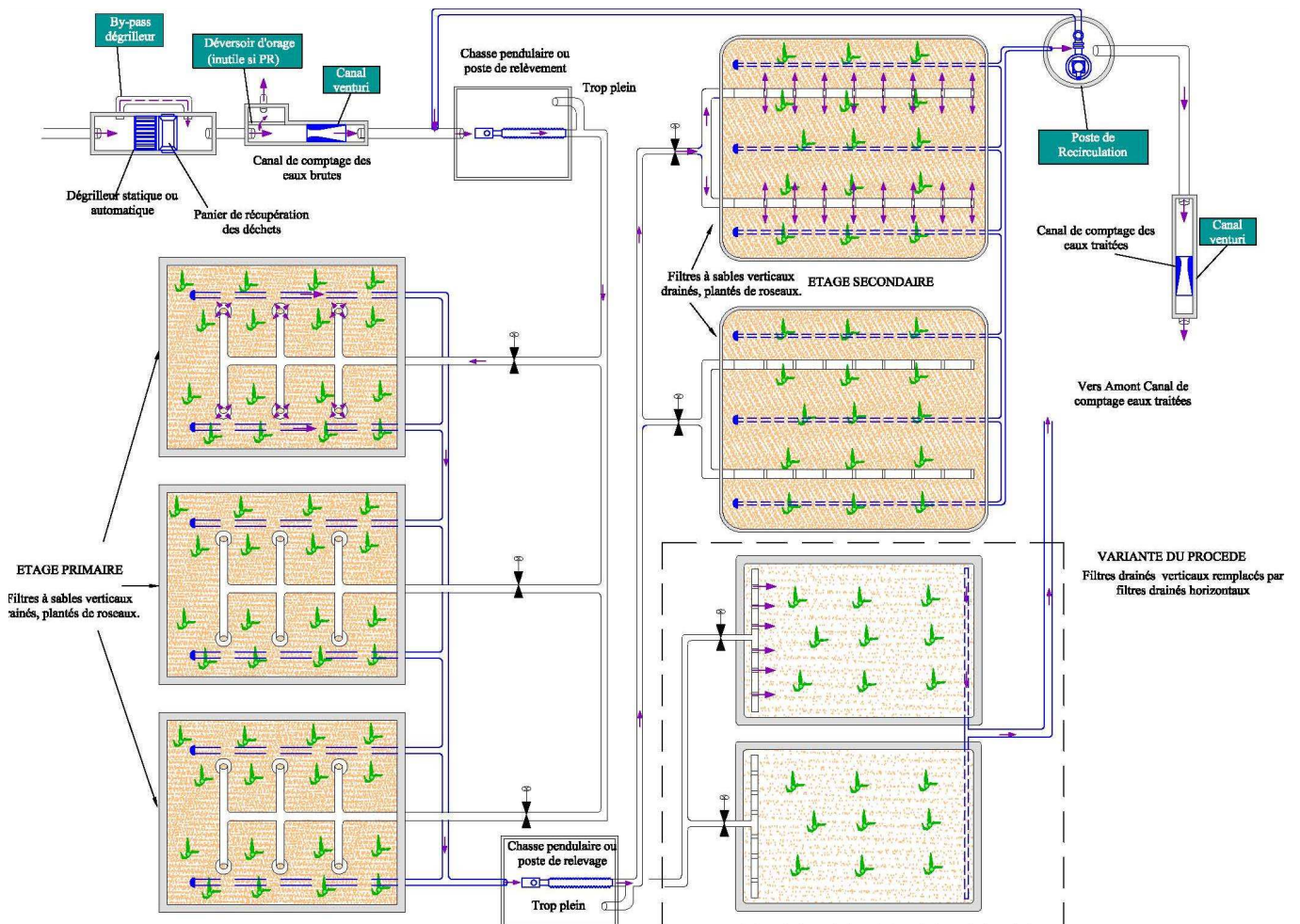
- Même si les stations de moins de 2000 EH ne sont pas concernées par l'autosurveillance, il est utile, pour vérifier le bon fonctionnement de la station, d'installer, en entrée et en sortie, un canal de mesures de débit.

2.3 SCHÉMA SYNOPTIQUE

2.3.1 Vue de dessus



2.3.2 Vue en coupe



2.4 LES POINTS-CLES DU DIMENSIONNEMENT

Paramètres	Unité	Valeurs standard ⁽¹⁾	Valeurs préconisées ⁽²⁾
Prétraitement			
Espacement barreaux dégrillage	cm	3	3
Massifs filtrants			
Hauteur lame d'eau moyenne journalière (rapportée à la surface du 1 ^{er} étage de filtration)	m/j	0,15	0,15
Hauteur lame d'eau maximale journalière (rapportée à la surface d'un lit de filtration)	m/j	0,9 en permanence 1,8 un jour par mois	0,9
Vitesse de répartition de l'eau	m/s	0,6	0,6
Surface totale	m ² /EH	2 à 2,5	2,2
Temps de séjour	heures	Environ 1 h (2 étages)	Environ 1 h (2 étages)
Charge organique surfacique totale	g DBO ₅ /m ² .j ⁻¹	20 à 25	27
Charge organique surfacique 1 ^{er} étage	g DBO ₅ /m ² .j ⁻¹		45
Surface premier étage	m ² /EH	1,2 pour un réseau unitaire : 1,5	1,3
Surface deuxième étage	m ² /EH	0,8	0,9
Plantation	plants/m ²	4	4 à 6

⁽¹⁾Valeurs tirées de la bibliographie.

⁽²⁾Valeurs résultant de l'observation du fonctionnement des installations du bassin Rhin-Meuse.

2.5 PRINCIPAUX DYSFONCTIONNEMENTS OBSERVES

Dysfonctionnement	Cause	Solution
- Difficultés d'infiltration des effluents	- Surcharge hydraulique	- Limiter les volumes admis en traitement
	- Fréquence d'utilisation trop importante	- Augmenter le rythme de permutation
	- Mauvaise répartition des effluents (surface utilisée réduite)	- Optimiser la répartition
	- Développement insuffisant des roseaux	- Augmenter la colonisation du support par plantation
	- Présence de végétaux indésirables	- Eliminer par désherbage ou manuellement
- Epuration de mauvaise qualité, présence de MES, concentration en NK élevée	- Surcharge hydraulique	- Réduire les volumes traités
	- Aération insuffisante des massifs	- Augmenter le temps de repos
	- Teneur en azote élevée (présence d'effluents non domestiques)	- Rechercher l'origine des effluents non domestiques
	- Mauvaise alimentation (défaillance système d'alimentation par bâchées)	- Vérifier le fonctionnement des chasses ou du poste de relevage

3 CONDITIONS D'ADAPTATION DU PROCEDE

<i>Caractéristiques du réseau d'assainissement</i>		
Type de réseau	séparatif	Oui
	unitaire	Oui avec limitation du débit
<i>Caractéristiques qualitatives et quantitatives de l'influent</i>		
Nature	domestique	Oui
	non domestique	Non
Variation de débit supérieure à 300 % du débit moyen de temps sec		Non
Variation de charge organique supérieure à 50 % de la charge organique nominale		Non
Concentrations limites (mg/l)		Minimum Maximum
DBO ₅		60 700
DCO		150 1500
MES		60 700
NK		15 150
PT		2,5 20
Taux de dilution admissible permanent (%)	minimal	0 %
	maximal	300 % (sous réserve de capacité hydraulique suffisante)
<i>Caractéristiques du site d'implantation</i>		
Contrainte d'emprise foncière		5 à 10 m ² /EH
Procédé adapté à un site sensible aux nuisances olfactives		Oui
Procédé adapté à un site sensible aux nuisances sonores		Oui
Procédé adapté à un site ayant une contrainte paysagère		Oui
Portance du sol nécessaire		Moyenne
<i>Caractéristiques qualitatives de l'eau traitée</i>		
Efficacité de l'élimination de la pollution carbonée		Bonne DBO ₅ : 90 % - 10 mg/l DCO : 85 % - 40 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution en matières en suspension		Très bonne 90 % - 10 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution azotée en NK		Bonne 85 % - 5 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution azotée en NGL		Mediocre 45 % - 30 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution phosphorée		Acceptable 40 % - 4 mg/l
Efficacité de l'élimination bactériologique (E. Coli)		Correcte 1 à 3 unités log

4 PERFORMANCES

Objectif (circulaire du 17/02/97) : D4

Source : Les valeurs observées ont été calculées sur les bilans des stations dont la charge organique appliquée est inférieure à 150% de la charge nominale et la charge hydraulique inférieure à 300% de la capacité nominale. Les bilans pris en compte sont ceux de la période 1998-2005, concernant les stations de moins de 2000 EH₅₀, construites après 1990. 152 bilans ont été exploités. 24 bilans ont été retirés pour une charge hydraulique trop importante et 5 pour une charge organique trop élevée.

4.1 CONCENTRATIONS ET RENDEMENTS MOYENS

	RENDEMENT EPURATOIRE PAR PARAMETRE (%)					
	DBO ₅	DCO	MES	NK	NGL	PT
Valeurs annoncées ¹	/	/	/	/	/	/
Valeurs observées ²	90	85	90	85	45	40

	CONCENTRATION MINIMALE DE L'EAU TRAITEE PAR PARAMETRE (mg/l)					
	DBO ₅	DCO	MES	NK	NGL	PT
Valeurs annoncées ¹	25	90	30	10	/	/
Valeurs observées ²	10	40	10	5	30	4

4.2 VALEURS STATISTIQUES POUR L'ANNEE COMPLETE

Concentrations eau traitée (mg/l)	DBO ₅ eb	DCO eb	MES	NH ₄	NK	NO ₂	NO ₃	NGL	Pt
Moyenne	7,4	41,7	10,4	5,8	6,3	0,37	20,9	26,7	3,7
Maximum	71,9	181	100	36,3	42,1	3,4	71,3	76,7	19,0
Minimum	0,80	8,0	2,0	0,07	0,7	0,02	0,17	4,1	0,31
Ecart type	9,7	28,9	13,1	7,7	7,9	0,6	17,7	17,1	3,0
IC 95 %	[4,8 - 10,0]	[34,1 - 49,4]	[6,9 - 13,9]	[3,1 - 8,6]	[4,2 - 8,5]	[0,1 - 0,6]	[16,2 - 25,7]	[22,2 - 31,3]	[2,9 - 4,5]

Rendement épuratoire (%)	DBO ₅ eb	DCO eb	MES	NH ₄	NK	NGL	Pt
Moyenne	92,1	84,3	91,6	77,1	83,0	46,3	40,6
Maximum	100	99,8	100	100	100	95,6	96,4
Minimum	26,6	0	0	0	8,5	0	0
Ecart type	0,10	0,15	0,12	0,26	0,19	0,24	0,24
IC 95 %	[89,3 - 94,8]	[80,2 - 88,4]	[88,5 - 94,8]	[98,2 - 86,1]	[78 - 88]	[39,9 - 52,7]	[33,8 - 47,4]

IC95 % : intervalle de confiance à 95 %

4.3 VALEURS STATISTIQUES POUR LA PERIODE D'ETIAGE (AVRIL – OCTOBRE)

Concentration eau traitée (mg/l)	DBO ₅ eb	DCO eb	MES	NH ₄	NK	NO ₂	NO ₃	NGL	Pt
Moyenne	6,6	40,1	9,6	5,2	5,4	0,5	25,3	30,2	4,1
Maximum	71,9	181,2	74,1	36,3	42,1	3,4	71,3	76,7	19,0
Minimum	1,0	13,0	2	0,1	0,8	0,02	0,2	4,1	0,8
Ecart type	9,5	28,1	10,4	8,0	8,0	0,7	18,0	17,3	3,3
IC 95 %	[3,5 - 9,7]	[30,9 - 49,2]	[9,2 - 13,0]	[1,7 - 8,7]	[2,9 - 8,1]	[0,1 - 0,9]	[19,3 - 31,2]	[24,6 - 35,9]	[3,0 - 5,2]

Rendement épuratoire (%)	DBO ₅ eb	DCO eb	MES	NH ₄	NK	NGL	Pt
Moyenne	94,0	88,2	94,0	83,2	88,1	49,1	41,0
Maximum	100,0	99,8	100,0	100,0	100,0	95,6	96,4
Minimum	26,6	37,5	47,1	0,0	8,5	0,0	0,0
Ecart type	0,10	0,12	0,08	0,23	0,17	0,25	0,27
IC 95 %	[90,7 - 97,3]	[84,3 - 92,1]	[91,5 - 96,6]	[73,3 - 93]	[82,5 - 93,8]	[40,8 - 57,4]	[31,7 - 50,2]

4.4 PERFORMANCES PARTIELLES (en sortie du 1^{er} étage de filtration)

Source : 47 bilans journaliers des stations du bassin Rhin-Meuse réalisés dans le cadre du "contrôle technique et de fonctionnement."

		RENDEMENT EPURATOIRE PAR PARAMETRE (%)				
		DBO ₅	DCO	MES	NK	PT
Sortie étage 1	Moyenne	80	71	78	51	25
	Intervalle de confiance à 95 %	[77,4 - 82,2]	[67,3 - 74,2]	[73,2 - 82,7]	[46,1 - 55,2]	[17,1 - 33,4]

¹ Performances annoncées par les constructeurs ou mentionnées dans la bibliographie

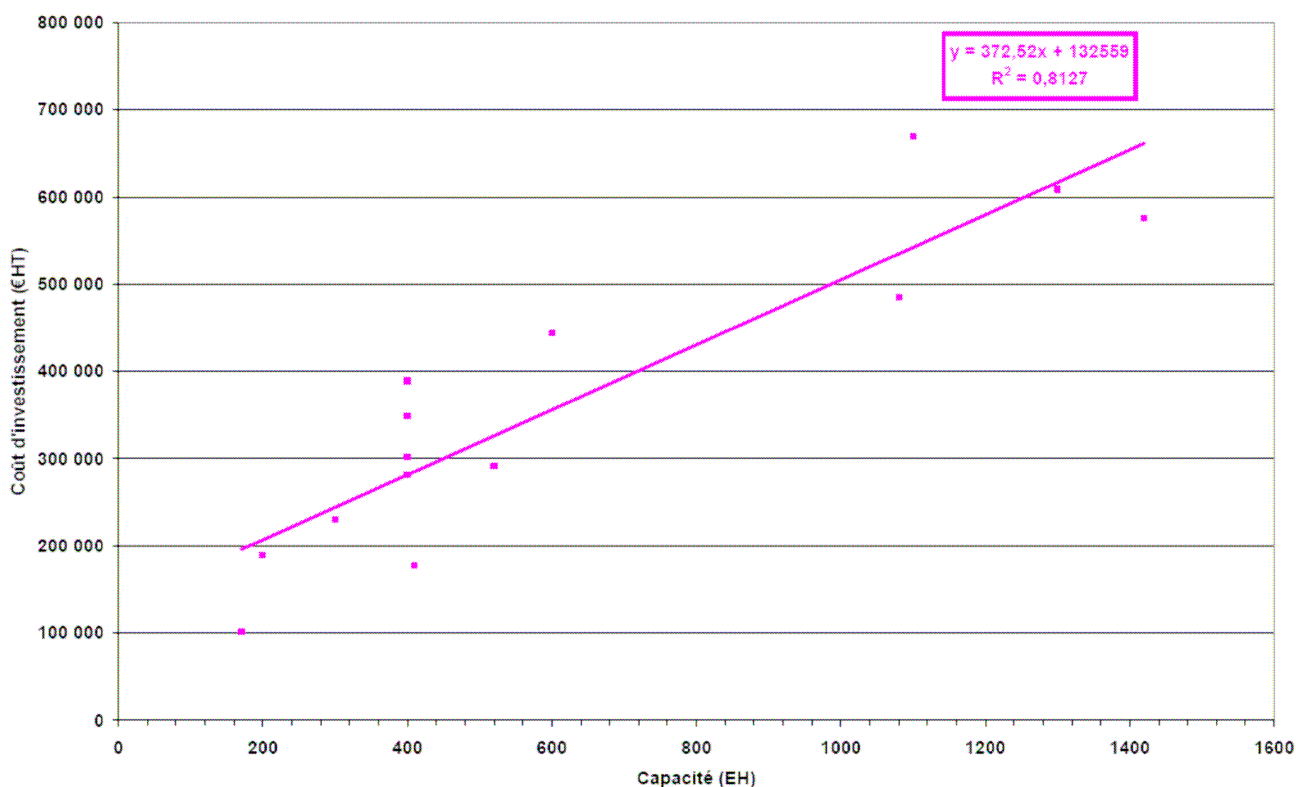
² Moyenne des performances observées sur les installations du bassin Rhin-Meuse sur les années 2000 à 2005

		CONCENTRATION MINIMALE DE L'EAU TRAITEE PAR PARAMETRE (mg/l)				
		DBO ₅	DCO	MES	NK	PT
Sortie étage 1	Moyenne	26	90	34	21	4.5
	Intervalle de confiance à 95 %	[20,9 - 30,4]	[74,5 - 105,1]	[25,7 - 42,1]	[17,6 - 23,9]	[3,7 - 5,3]

VOLET FINANCIER

1 COUT D'INVESTISSEMENT

Source : 13 décompositions de prix forfaitaires ou DGD des stations d'épuration du bassin Rhin-Meuse incluant 10% de frais divers (période 1998-2006) - Valeur actualisée 2006



2 COÛT D'EXPLOITATION ANNUEL THEORIQUE

Source : Observations SATESE 57

Hypothèses : - taux de charge 100 %
- prix hors frais d'achat de matériel au titre de l'entretien et du renouvellement

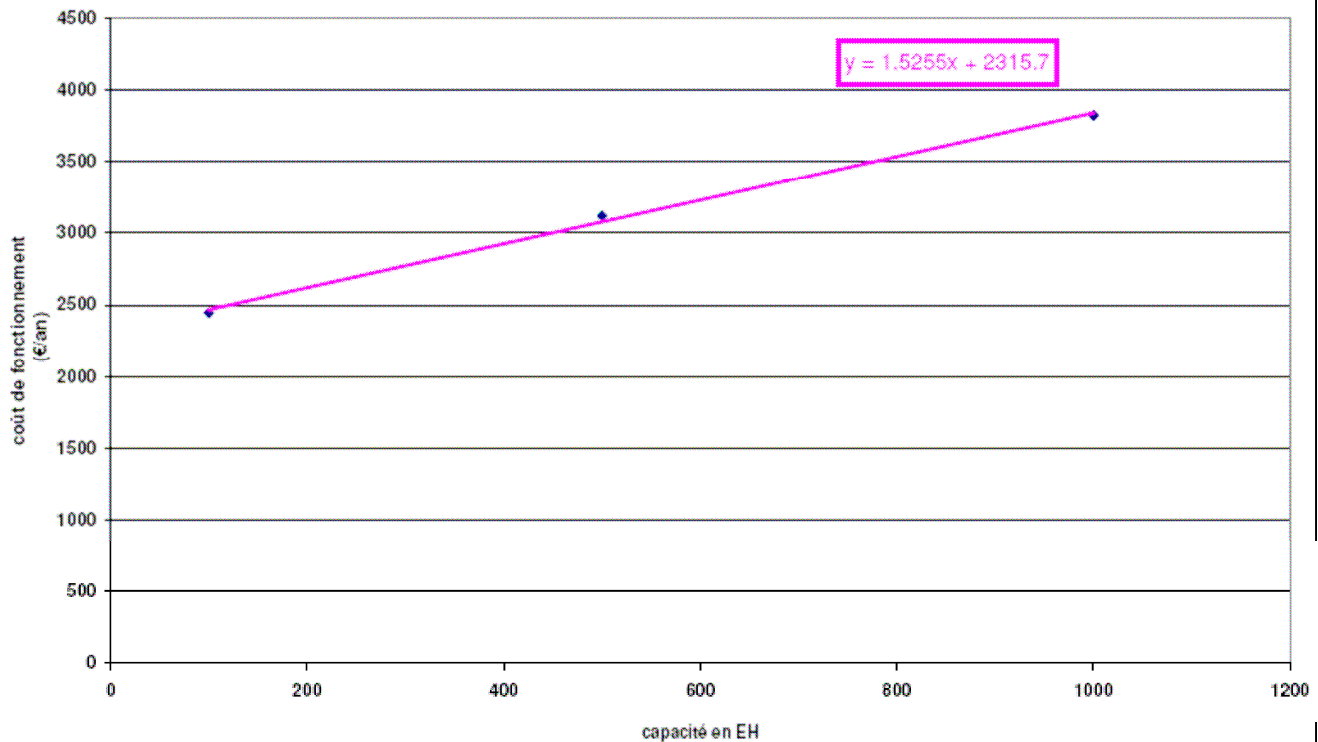
Le coût d'exploitation annuel théorique intègre les frais de main d'œuvre, les frais énergétiques liés au processus de traitement et les frais d'extraction et valorisation en agriculture des boues d'épuration liquides dans un rayon de 5 km autour de la station d'épuration. Ce coût ne comprend pas les frais financiers d'investissement (remboursements d'emprunts) et de renouvellement (amortissements et provisions).

2.1 DESCRIPTION DES OPERATIONS D'EXPLOITATION

Opération	Coût horaire €/h	100			500			1000		
		Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel
Poste de relèvement										
Pompe	18	3 fois/sem	0,17	468	3 fois/sem	0,17	468	3 fois/sem	0,17	468
Bâche	18	1 fois/mois	0,42	54	1 fois/mois	0,42	90	1 fois/mois	0,42	90
Prétraitements										
Dégrillage manuel	18	2 fois / sem	0,17	312	2 fois / sem	0,17	312	2 fois / sem	0,17	312
Filtres										
Inspection générale	18	1 fois / sem	0,17	159,12	1 fois / sem	0,25	234	1 fois / sem	0,33	308,88

Capacité (EH)		100			500			1000			
Opération	Coût horaire €/h	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	
Manoeuvre des vannes - Contrôle des Siphons	18	2 fois / sem	0,25	468	2 fois / sem	0,25	468	2 fois / sem	0,25	468	
Alimentation des filtres – Entretien, du dispositif – Vérification de la distribution	18	1 fois / 2 mois	2,00	216	1 fois / 2 mois	2,00	216	1 fois / 2 mois	2,00	216	
Vidange des regards de collecte	18	1 fois / an	0,25	4,5	1 fois / an	0,25	4,5	1 fois / an	0,25	4,5	
Faucardage des roseaux	18	1 fois / an	4,00	72	1 fois / an	6,00	108	1 fois / an	10,00	180	
Divers											
Entretien des abords	18	8 fois /an	2,00	288	8 fois /an	4,00	576	8 fois /an	6,00	864	
Tenue du cahier de bord	18	1 fois /sem	0,17	156	1 fois /sem	0,17	156	1 fois /sem	0,17	156	
Imprévis - gros entretien											
	18	1 x / an	12,00	216	1 x / an	18,00	324	1 x / an	24,00	432	
Total personnel				2 413				2 956			
Opération	Coût €/kW/h	Fréquence	conso	Coût annuel	Fréquence	conso	Coût annuel	Fréquence	conso	Coût annuel	
Electricité process	0,09		0	0		0	0		0	0	
Opération	Coût €/m3	Fréquence	volume	Coût annuel	Fréquence	volume	Coût annuel	Fréquence	volume	Coût annuel	
Epannage boues	15	1 fois / 10 ans 0,1 x / an	21,6	32,4	1 fois / 10 ans 0,1 x / an	108	162	1 fois / 10 ans 0,1 x / an	216	324	
Total fonctionnement (€)				2 446				3 118			
Total fonctionnement / EH (€/EH)				24,50				6,20			

2.2 GRAPHIQUE COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL



SYNTHESE

AVANTAGES	INCONVENIENTS
Bonnes performances épuratoires pour les paramètres particuliers, carbonés et azotés (NK)	Peu adapté aux surcharges hydrauliques
Possibilité de traiter les eaux usées brutes	Faibles abattements pour le traitement de l'azote global (absence de dénitrification) et du phosphore
Possibilité d'infiltrer les eaux traitées dans le sol en place	Emprise au sol relativement importante
Bonne adaptation aux variations saisonnières des populations	Manque de retour d'expérience sur la gestion et l'évacuation des boues
Gestion facilitée des boues	Exploitation régulière, faucardage annuel, désherbage manuel avant la prédominance des roseaux
Coûts d'investissement relativement faible	Risque de présence d'insectes ou de rongeurs
Facilité et faible coût d'exploitation (pas de consommation énergétique) hors alimentation par poste	
Bonne intégration paysagère	