



**HAL**  
open science

## Développement d'une nouvelle génération de filtres plantés de roseaux en France : premiers résultats

D. Esser, Catherine Boutin, A. Liénard

### ► To cite this version:

D. Esser, Catherine Boutin, A. Liénard. Développement d'une nouvelle génération de filtres plantés de roseaux en France : premiers résultats. 8èmes rencontres de l'ARPE quelle station d'épuration choisir en 2005, Nice, 9 octobre 1996, Oct 1996, Nice, France. pp.10. hal-02575828

**HAL Id: hal-02575828**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02575828>**

Submitted on 26 May 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**Développement d'une nouvelle génération de filtres plantés de roseaux en France : premiers résultats****ESSER Dirk\*, BOUTIN Catherine\*\*, LIENARD Alain\*\***

**\* SINT**  
**(Société d'Ingénierie Nature et Technique)**

Le Bourg  
69610 Montromant

Tél. 04 74 26 24 04 - Fax 04 74 26 15 88

**\*\* Cemagref, division Qualité des Eaux**

3bis, Quai Chauveau  
CP 220

69336 Lyon Cedex 09

Tél. 04 72 20 87 34 - Fax 04 78 47 78 75

**Resumé :** *Construites depuis 1992, des stations d'épuration par Filtres Plantés de Roseaux (FPR) répondent aux besoins de 15 collectivités rurales et, à titre expérimental, de 2 fermes qui traitent ainsi les eaux de lavage de leur salle de traite.*

*L'article présente les résultats acquis sur une station conçue pour 200 éq.hab., après 15 mois de fonctionnement, dont les taux de charges organique et hydraulique sont respectivement de 67 % et 115 %. Avec une emprise au sol globale de l'ordre de 2,2 m<sup>2</sup>/habitant, la station offre un effluent qui respecte sans difficulté les qualités suivantes : 90 mg/l de DCO, 30 mg/l de MES et presque 10 mg/l de N-NK. L'élimination du phosphore est normalement très faible.*

*Une station expérimentale, recevant des eaux de lavage de salle de traite (DCO comprise entre 700 et 1400 mg/l), implantée à la ferme fournit des résultats prometteurs qui seront très certainement améliorés par un accroissement des actuelles surfaces plantées.*

*La filière FPR peut traiter directement des eaux usées brutes grâce aux règles d'alimentation par bâchées et d'alternance de plusieurs unités fonctionnant en parallèle qui conduisent au maintien des conditions aérobies et à la gestion du colmatage physique de surface aidée par la présence de végétaux enracinés.*

### **Mots clefs**

Filtres plantés de roseaux, Stations d'épuration, Macrophytes, Roseaux, Filtres à flux vertical, Salles de traite.

## **Introduction**

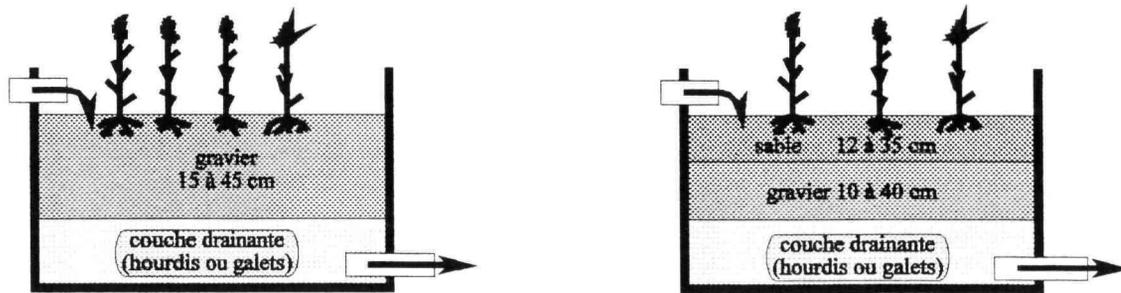
Depuis les années 1980, le Cemagref a conduit des recherches dans le domaine des cultures fixées sur supports fins plantés de roseaux. Les premiers résultats encourageants (Boutin, 1987) ont permis d'agrandir les capacités d'une station d'épuration existante par lagunage naturel en installant en tête de bassins un premier étage de lits filtrants plantés (Liénard *et al.*, 1993). Le suivi de ces deux stations d'épuration a conduit à lancer la filière "Filtres Plantés de Roseaux" (FPR) qui depuis 1991, est développée par une société privée (SINT) qui bénéficie, par contrat, du savoir-faire du Cemagref.

En France désormais, 15 stations d'épuration, traitant des eaux usées domestiques reposent sur le principe de la filière FPR. Elles sont construites depuis 1992 ou en cours de construction pour deux d'entre elles ; en plus, deux stations expérimentales traitent, à la ferme, des eaux de lavages de salle de traite.

Le développement des FPR concerne le plus souvent les petites collectivités puisque 10 d'entre-elles sont de taille comprise entre 100 et 250 éq.hab. Leur taille moyenne est légèrement inférieure à 320 éq.hab., pourtant deux installations sont dimensionnées pour 1 000 éq.hab. La majorité d'entre elles est alimentée par des réseaux unitaires.

# Schéma de principe

Une station conventionnelle FPR est constituée d'un dégrillage retenant les éléments grossiers ( $\geq 2$  cm), d'un premier étage de filtres A suivi d'un deuxième étage de filtres B (Figure 1).

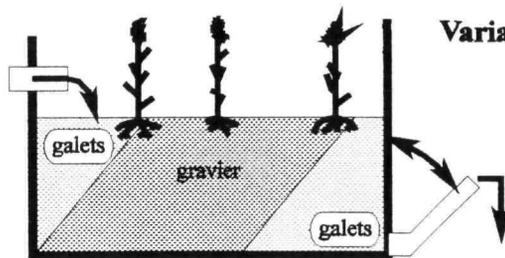


Filtre A : filtre à écoulement vertical pour eaux usées brutes

Filtre B : filtre à écoulement vertical

## Filière classique FPR : filtres A + filtres B

### Variantes existantes :



Filtre C : filtre à écoulement horizontal

décanteur-digesteur + filtres B + filtres B

1er bassin de lagunage naturel + filtres B + filtres B

lagunage naturel (3 bassins) + filtres B + filtres C

lagunage aéré + lagune de décantation + filtres B + filtres C

Figure 1. Description des filtres au sein d'une filière FPR.

Chacun des étages est fractionné en plusieurs unités, fonctionnant de manière indépendante.

Chaque unité du 1er étage reçoit la charge polluante intégrale pendant la phase d'alimentation durant quelques jours (3 à 4 jours) puis est mise au repos pendant une période double (de l'ordre de 6 à 8 jours). Ces phases d'alternance et de repos sont fondamentales pour réguler la croissance de la biomasse fixée, maintenir des conditions aérobies dans le massif filtrant (sable, gravier ou rhizomes) et minéraliser les dépôts organiques provenant des MES des eaux brutes retenues en surface des filtres du 1er étage (Liénard *et al.*, 1990, Guilloteau *et al.*, 1993). Ensuite l'effluent est envoyé sur le 2ème étage où il subit un traitement de finition et notamment la nitrification des composés azotés.

Les eaux sont introduites sur les deux étages par à-coups hydrauliques (bâchées) grâce à un dispositif de stockage et d'alimentation à fort débit (pompes, siphon auto-amorçant,...) afin d'assurer la meilleure répartition des eaux (et des matières en suspension pour le premier étage) sur l'ensemble de la plage d'infiltration disponible ainsi qu'un renouvellement de l'oxygène entre chaque bâchée.

Les stations existantes ainsi conçues sont au nombre de 8.

La qualité attendue du rejet répond au moins aux concentrations suivantes: 90 mg/l de DCO, 30 mg/l de DBO<sub>5</sub>, 30 mg/l de MES, 10 mg/l en N-NK en moyenne avec des pointes ne dépassant pas 20 mg/l en fin de cycle d'alimentation.

## Variantes

Afin de répondre à des contraintes spécifiques locales d'ordres techniques ou économiques, le principe d'épuration par FPR peut s'adapter à des contextes particuliers. C'est pourquoi les variantes sont d'ores et déjà nombreuses.

Lorsque le maître d'ouvrage ne souhaite pas, pour diverses raisons qui peuvent être aussi d'ordre psychologique, épandre directement des eaux usées brutes à la surface des filtres A, des traitements primaires, tel que décanteur-digesteur ou un premier bassin de lagunage naturel, sont installés à l'amont de filtres B.

S'ils sont implantés, les filtres C (Figure 1) dans lesquels l'écoulement des eaux est volontairement horizontal (EC/EWPCA group, 1990) seront toujours positionnés en phase finale de traitement, à la place d'un nouvel étage de filtres B. Cette solution est retenue essentiellement lorsque la configuration naturelle du terrain obligerait, à cause d'une pente trop faible, à adjoindre un système de pompage pour l'alimentation de filtres B. Dans le cas de petites collectivités, une circulation entièrement gravitaire des eaux, qui permet un fonctionnement sans électricité et donc une absence complète d'organes électromécaniques à entretenir, peut en effet être souhaitée.

Des filtres B et/ou C sont aussi utilisés en complément de traitement d'un lagunage aéré ou d'un lagunage naturel.

Pour chacune de ces variantes, on tient alors compte des dispositifs de traitement amont et de leur efficacité afin d'adapter le dimensionnement des filtres.

## Expérience en eaux usées domestiques

Les stations ayant été construites récemment, la majorité d'entre elles fonctionnent à un taux de charge organique inférieur à 50 % de leur capacité. Les résultats acquis dans de telles situations n'ont pas la pertinence suffisante pour être généralisables.

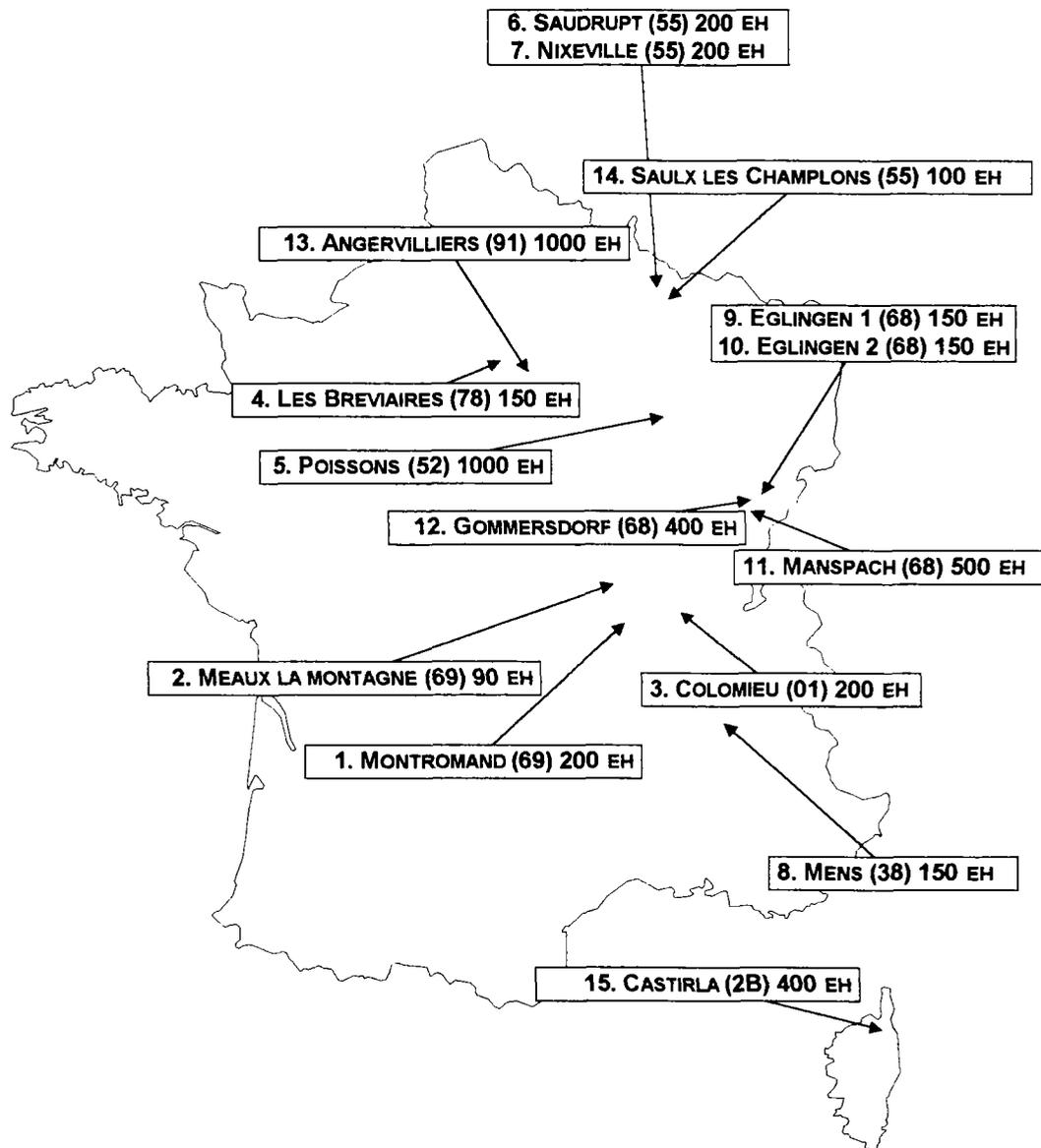
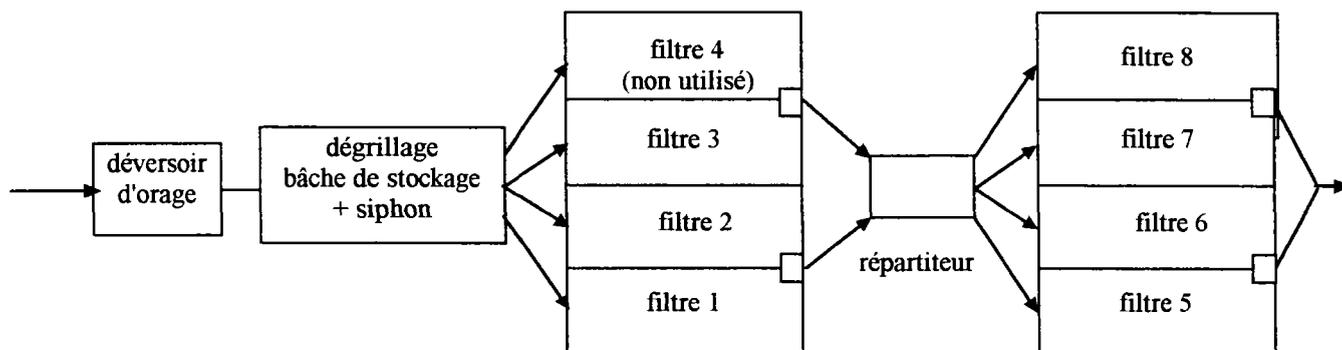


Figure 2 : Répartition géographique des stations construites par la SINT depuis 1992

## La station d'épuration de Montromant

La station présentée ci-après est un des rares sites à fonctionner à un taux de charge organique supérieur à 50 %. Mise en service fin 94, dimensionnée pour 200 équivalents habituels et alimentée sur réseau unitaire, la station qui ne reçoit que des eaux usées domestiques, est réalisée selon le schéma de principe de la figure 2. L'étanchéité des filtres est assurée par une membrane PVC.

Afin d'accroître la charge surfacique apportée, seuls trois filtres du premier étage sont alimentés. La surface totale plantée est de 2,2 m<sup>2</sup>/hab répartie en 1,15 m<sup>2</sup>/hab et 1,05 m<sup>2</sup>/hab respectivement aux 1er et 2ème étages.



surface totale disponible : 440 m<sup>2</sup> soit 200 équivalents habituels. charge hydraulique nominale pour 170 équivalents habituels : 25,50 m<sup>3</sup>  
surface utilisée : 375 m<sup>2</sup> soit 170 équivalents habituels. charge organique nominale pour 170 équivalents habituels : 9,20 kg DBO<sub>5</sub>/j  
: 20,40 kg DCO/j

Figure 3 : Schéma de principe de la station d'épuration de Montromant (69).

### Conditions de mesures et de fonctionnement

Après 15 mois de fonctionnement englobant deux hivers, un bilan a été effectué pendant une durée continue de 48 h en février 96 par des températures oscillant entre -8,5 °C et +6,5 °C.

La station a reçu pendant les deux jours de mesures un débit identique approchant 29 m<sup>3</sup>/j soit une charge hydraulique légèrement supérieure aux capacités de la station (115 %). En journée, le filtre A en fonctionnement a reçu des bâchées de 2,2 m<sup>3</sup>, en moyenne toutes les 1,5 heures. L'intervalle de temps entre chaque bâchée, fonction du débit d'eaux usées à traiter varie de 45 mn en pointe à près de 3 heures pendant la nuit.

En sortie, la différence de débits mesurés, comparés à ceux de l'entrée, s'explique par le mouillage du massif et un stockage temporaire en attente de l'amorçage du siphon du deuxième étage, ainsi qu'un ressuyage progressif du massif précédemment utilisé.

La charge hydraulique moyenne apportée sur le filtre en fonctionnement est de 450 mm/jour. A chaque bâchée, l'apport de 2,2 m<sup>3</sup> sur une surface de 65 m<sup>2</sup>, soit à peine 35 mm de hauteur d'eau, peut paraître faible pour assurer une équirépartition. Pourtant les MES, retenues physiquement à la surface, engendrent la création rapide d'un dépôt colmatant qui contribue à une utilisation totale de la surface des filtres A. Ce dépôt est plus ou moins dégradé selon les saisons pendant la période de repos.

Influencées par des concentrations variables pendant les deux jours de mesures, les charges organiques journalières reçues atteignent 11,2 kg de DCO et 4,6 kg de DBO<sub>5</sub> le 1er jour et 16,9 kg de DCO et 7,6 kg de DBO<sub>5</sub> le 2ème jour. En moyenne, la station de Montromant reçoit une charge polluante correspondant à 67 % de ses capacités. Le 1er étage de filtres A a reçu une charge moyenne de 73 g de DCO/m<sup>2</sup> et le filtre en fonctionnement une quantité 3 fois supérieure.

## Résultats

Tableau 1. Evolution de la qualité des eaux et rendements à Montromant (69).

		DCO brute	DCO dissoute	DBO <sub>5</sub>	MES	P-PT	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	N-NK
Entrée	(mg l <sup>-1</sup> )	495	190	215	225	8.5	6.4	42.8
Sortie 1er étage*	(mg l <sup>-1</sup> )	92	70	-	18	5.8	5.3	19.6
Sortie finale	(mg l <sup>-1</sup> )	58	40	16	12	5.6	5.1	10.2
Rendement**	(%)	87.5	80	92.5	94.5	40	28	76

\* : moyenne des deux valeurs journalières mesurées.

\*\* : moyenne des rendements calculés à partir des flux journaliers de pollution entrée - sortie station.

A la sortie du 1er étage, le niveau de qualité à atteindre est presque obtenu pour les paramètres caractéristiques de la matière organique. Le fort abattement du paramètre MES (90 % en moyenne) met en évidence l'action de filtration physique associée à une exploitation rigoureuse de l'alimentation par bâchées et en alternance, qui conduit à maintenir une vitesse d'infiltration suffisante. L'action biologique des cultures fixées sur le gravier est visualisée par la réduction importante de la DCO filtrée ( $\approx$  60 % en moyenne). Le rôle du 2ème étage consiste à assurer un affinage de traitement des composés organiques et une fiabilité du système.

Tableau 2. Evolution de l'azote à Montromant (en mg/l).

	Entrée		Sortie 1er étage		Sortie 2ème étage (finale)	
	1er jour	2ème jour	début de cycle filtre 1	après 24 h d'alim. filtre 1	fin de cycle filtre 7	début de cycle filtres 5 et 6
N-NK	37.5	48.2	15.5 (58 %)*	25.2 (47 %)*	10.8 (30 %)*	9.7 (61 %)*
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	21	30.9	13	23.4	8.1	6.75
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2.85	2.85	7.15	4.4	10.3	19.5
Ntotal	40.65	51.25	23.15 (43 %)*	30 (41 %)*	21.4 (7 %)*	29.45 (0 %)*

\* (.) : Rendement de l'étage calculé à partir des concentrations.

En ce qui concerne le nutriment "azote" (tableau 2), la concentration initiale de 2,85 mg/l en nitrates s'explique par l'introduction d'eaux parasites non négligeable (de l'ordre de 50 % des apports). Les concentrations en nitrites mesurées sont toujours inférieures à 0,5 mg/l.

Le 1er étage conduit à une élimination de 50 % de l'azote Kjeldhal (calculée à partir des concentrations). Une ammonification de l'azote organique est réalisée. La formation de nitrates existe mais n'est pas constante au cours du temps.

Les pertes en azote global sont évaluées à plus 40 %. Au sein de ce massif, la forte réduction de matières organiques s'explique par un stockage dans la matière organique retenue à la surface des filtres, moins dégradée en hiver, et une assimilation bactérienne importante. De plus, l'hypothèse suivante est envisageable : une phase de repos place les bactéries en situation de "disette" ; par la suite, en phase d'alimentation, elles reconstituent leurs réserves par une consommation accrue en nutriments, supérieure à la valeur de 20 % généralement admise. Par ailleurs, le carbone est en quantité encore suffisante pour que des processus de dénitrification s'installent dans la couche drainante où l'eau est temporairement stockée.

**Le deuxième étage** est le siège d'une minéralisation poussée de l'azote, la teneur en azote organique résiduel est faible (3 mg/l en moyenne). La teneur en azote Kjeldhal est en moyenne très proche de 10 mg/l.

La teneur en nitrates est variable en fonction des cycles d'alimentation : 20 mg/l en début de cycle et 10 mg/l en fin de cycle. Pendant la phase de repos se forment des nitrates à partir des ions ammonium fixés sur le massif filtrant qui sont ensuite lessivés en début de cycle d'alimentation (Guilloteau *et al.*, 1993). Ces concentrations, faibles parfois restent néanmoins très significatives eu égard aux très faibles températures extérieures. Les pertes en azote total sont réduites et s'expliquent par les mécanismes de relargage évoqués ci-dessus.

## Expérimentation en effluents de lavage de salles de traite

Le lavage des matériels de traite et de stockage du lait génère des eaux usées qu'il n'est pas toujours possible au plan technico économique de mélanger et épandre avec les déjections animales liquides produites dans les fermes. Un programme de recherche sur des filières de traitement, adaptées à la spécificité de ces eaux usées et aux contraintes des exploitations agricoles, piloté par l'Institut de l'Élevage, en collaboration avec la SINT et le Cemagref a donc été mis en place au plan national. Sept sites expérimentaux ont été choisis dans des fermes produisant du lait de vache ou de brebis réparties dans plusieurs régions françaises pour mettre en place diverses filières de traitement rustiques. Des filtres plantés de roseaux expérimentaux sont installés dans deux fermes bovines. Les résultats obtenus sur l'un des sites sont relatés ci-après.

Le site de Frolois est localisé en Côte d'Or, dans une ferme de 50 vaches laitières équipée d'une salle de traite 2 x 5 postes et d'un tank à lait de 3200 litres vidé tous les 2 jours. La filière de traitement est en fonctionnement régulier depuis 1994. Elle est constituée d'une fosse toutes eaux, d'un étage de filtres B et d'un étage de filtres C (figure 3).

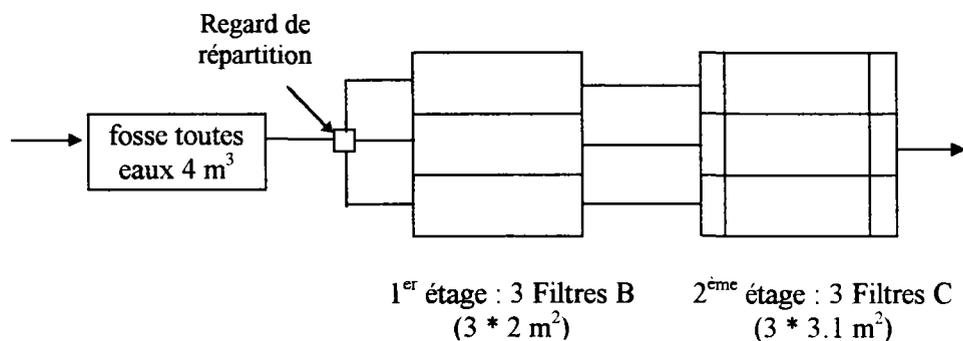


Figure 4 : Schéma de principe de la station de Frolois (21).

### Conditions de mesures

Les eaux usées proviennent du lavage de la machine à traire 2 fois par jour, alternativement avec un détergent acide et alcalin et du lavage du tank à lait après vidange tous les 2 jours. Les trois postes de pollution (lavage matin, lavage soir, lavage tank) ont fait l'objet de prélèvements séparés. Connaissant les débits se rapportant à chaque lavage, il a été possible d'établir une quantification précise de la charge cumulée de la pollution à traiter. Cette charge ramenée au débit moyen journalier (635 l) a permis de calculer une concentration moyenne fictive (tableau 3) nécessaire à l'évaluation des rendements de la fosse toutes eaux.

Tableau 3. Caractéristiques moyennes des eaux à traiter à Frolois.

		DCO brute	DCO dissoute	DBO <sub>5</sub>	MES	N-NK	DGO*
Charge journalière	(g j <sup>-1</sup> )	1432	535	698	341	29	1561
Conc. moyenne calculée	(mg l <sup>-1</sup> )	2255	843	1099	537	46	2458

\* voir définition ci-après.

Pendant, la période de suivi présentée ici, le changement d'alimentation des filtres était réalisé tous les 2 jours en synchronisation avec les vidanges du tank à lait.

## Résultats

L'agencement de la salle de traite laisse un volume résiduel de lait important qui augmente principalement les paramètres représentatifs de la matière organique. Les concentrations en nutriments sont très variables selon la composition des produits détergents acides susceptibles de contenir de l'acide nitrique ou de l'acide phosphorique.

L'évolution des concentrations, après passage dans la fosse toutes eaux est relatée dans le tableau 4. La DGO (Demande Globale en Oxygène), paramètre représentant l'ensemble des besoins en oxygène nécessaire à la dégradation complète de la matière organique et à l'oxydation totale des composés azotés sous forme de nitrates est calculée par la formule suivante :  $DGO = DCO_b + 4.5 \text{ N-NK}$ .

Tableau 4. Evolution des concentrations et rendements à Frolois (moyenne de 10 valeurs).

	Qualité (mg l <sup>-1</sup> )						Rendement (%)					
	Entrée filtres B		Entrée filtres C		Sortie		1er étage		2ème étage		Total	
	moy.	(min-max)	moy.	(min-max)	moy.	(min-max)	moy.	E.T.	moy.	E.T.	moy.	E.T.
DCOb (a)	1393	(820-1905)	566	(148-855)	228	(92-505)	59	13.6	58	34.1	84	7.5
DCOd(b)	629	(410-1150)	278	(120-440)	154	(45-395)	52.5	25	45	59.9	76	14.2
DBO <sub>5</sub>	740	(415-1100)	267	(44-440)	65	(10-135)	65	18.7	78	14.4	92	4.5
MES	378	(228-525)	171	(21-227)	56	(20-97)	54	19.9	63	39.8	83	13.8
N-NK	54	(38-66)	33	(22-43)	21	(6-34)	36	22.8	39	64.7	62	21.7
NGL	55	(45-66)	34	(22-43)	27	(8-46)	36	22.8	< 0 à 72		57	25.8
P-PT	11	(7-16)	8	(6-10)	6	(2-9)	< 0 à 37.5		< 0 à 75		< 0 à 81	
DGO	1634	(1093-2176)	716	(249-1035)	321	(119-650)	55	13.5	54	39.4	78	12.7

(a) DCOb = DCO brute (b) DCOd= DCO mesurée après filtration ou centrifugation E.T. = Ecart Type

La fosse toutes eaux munie d'un seul compartiment offre un abattement de l'ordre de 30 % sur les MES et une réduction légèrement supérieure de la matière carbonée.

Les rendements moyens des deux étages de filtres sont du même ordre de grandeur. Des différences sensibles apparaissent au niveau des coefficients de variation, bien supérieurs dans le cas des filtres C, qui assurent un complément de traitement en fiabilisant le fonctionnement de la station. De ce fait, le rendement global du FPR atteint 85 % pour les paramètres caractéristiques de la matière organique et ce, de manière stable mise en évidence par les coefficients de variation faibles. L'abattement de l'azote Kjeldhal est de 60 %. Sur l'azote total, le rendement atteint aussi presque 60 % mais de façon irrégulière.

Toutefois, le rejet dont les concentrations sont encore importantes ne pourrait se rejeter sans complément de traitement dans le milieu naturel. Cette qualité est à relier aux surfaces utiles réduites et aux charges apportées très élevées comme le montre le tableau 5.

Tableau 5. Charges moyennes reçues par les filtres à Frolois.

		DCO	DGO
Charge en entrée	(g j <sup>-1</sup> )	884	1038
Charge sur filtres B	(g m <sup>-2</sup> j <sup>-1</sup> )	148	173
Charge sur filtres C	(g m <sup>-2</sup> j <sup>-1</sup> )	38	49
Charge ramenée à la surface totale des filtres	(g m <sup>-2</sup> j <sup>-1</sup> )	58	68

A Frolois, on peut considérer que le fonctionnement des filtres est satisfaisant car aucun colmatage n'a été observé. Le développement dense des tiges des roseaux traversant la couche de sable superficielle (dit 'sable de maçon', assez commun en toutes régions de France dont les caractéristiques sont :  $d_{10} = 0.27$  mm,  $d_{60} = 0,72$  mm, Coefficient d'Uniformité = 2,7) a toujours permis de maintenir une perméabilité suffisante.

## Discussion

### Gestion des boues primaires

L'intérêt majeur des FPR consiste en une gestion réduite au minimum des boues primaires. La station de Montromant, qui reçoit des eaux usées brutes montre qu'au bout d'un peu plus d'un an de fonctionnement, la couche colmatante de surface se gère d'elle-même grâce à un suivi des consignes d'exploitation (phases d'alternance et repos). Les tiges des roseaux développées à partir des noeuds de rhizomes percent les dépôts organiques accumulés et assurent ainsi un effet décolmatant. Les espaces créés autour des tiges autorisent, même en hiver, le passage de l'eau qui coule le long des racines et des radicules. C'est à la fin de l'hiver, avant la repousse de printemps, alors que les dépôts hivernaux n'ont pu être mécaniquement travaillés par de jeunes pousses et n'ont pu être asséchés dans des conditions de température et d'hygrométrie clémentes, que les risques de colmatage sont les plus grands.

La station de Gensac la Pallue construite avec l'aide du Cemagref possède, depuis 1987, un premier étage s'apparentant à des filtres A. Cette installation déjà décrite (Liénard *et al.* 1990, 1993, 1994) a fait l'objet d'une campagne de mesures en février 1996. Depuis désormais 9 ans, les filtres reçoivent des eaux usées brutes dans les conditions décrites dans le tableau 6 :

Tableau 6. Conditions de fonctionnement et performances des Filtres A de Gensac la Pallue (16).

		DCOb	DCOd	DBO <sub>5</sub>	MES	N-NK	Flux en été	Flux en hiver
en	Charge moyenne journalière	117 kg		40 kg	53 kg		145 m <sup>3</sup>	255 m <sup>3</sup>
moyenne	Charge surfacique sur l'ensemble des filtres	60 g m <sup>-2</sup> j <sup>-1</sup>		--	--		75 mm	133 mm
sur 9 ans	Charge surfacique sur le filtre en service	490 g m <sup>-2</sup> j <sup>-1</sup>		--	--		605 mm	1065 mm
en Février	Qualité de l'effluent (mg l <sup>-1</sup> )	110	70	20	31			
1996	Rendement des filtres A (%)	80	50	92	33			

L'effluent à traiter ayant des valeurs conformes à la moyenne (Liénard *et al.*, 1993), le rejet issu du filtre présente, en février 1996, une qualité similaire (tableau 6) à celle jusque là mesurée. Les boues non encore percées par de jeunes pousses, n'ont pas empêché l'infiltration de 945 mm d'eaux usées.

Une cartographie de dépôts a été établie, elle révèle une accumulation plus importante au débouché de la canalisation d'aménée dans la goulotte de distribution jugée a posteriori inadaptée : hauteur maximale mesurée = 27 cm. La hauteur minimale mesurée est de 6 cm. Globalement, la couche de boue est similaire pour les 8 filtres.

Cette mauvaise répartition s'explique par le dispositif d'alimentation (poste de relèvement à grande distance de la goulotte de distribution) qui ne permet pas d'assurer un apport à fort débit (Agences de l'Eau, 1993).

La hauteur moyenne peut être estimée à 13 cm ce qui correspond à une accumulation de 1,5 cm par an, pour une installation recevant environ 60 % de sa charge organique nominale. Le degré de siccité moyen est de 25 %, celui de la couche superficielle n'étant que d'environ 15 %.

A partir de ces valeurs, l'élaboration d'un bilan massique a été tentée. La différence [(Apport cumulé de MES en 9 ans) - (MS retenues sur les filtres en 9 ans)] s'établit à 113 tonnes, ce qui correspond à 12.5 T de MS an<sup>-1</sup>. Chaque année, 65 % des apports en MES, soit 6.5 kg m<sup>-2</sup> de filtres A sont minéralisés et les sels dissous produits sont entraînés avec l'effluent.

En avril 1996, les boues ont été évacuées par diverses méthodes afin de niveler la surface de filtres pour obtenir une meilleure équirépartition à la suite des travaux d'amélioration de l'alimentation (mise en place d'une conduite sous pression).

Il faut compter environ 5 heures de travail pour évacuer, par tracto-pelle, les boues contenues sur 100 m<sup>2</sup> de filtres (soit environ 15 m<sup>3</sup>) et les transporter avec un camion à moins de 500 m de distance. Ces travaux s'imposaient, non pas à cause d'une dégradation de la qualité du rejet, mais par la faiblesse de la hauteur de la revanche encore disponible et de l'impossibilité d'admettre tout le flux d'eau usée sur un seul filtre, normalement en service pendant les week end, en saison hivernale.

## **Apport d'eaux claires sur filtres B**

Les FPR de Gommersdorf (68) reçoivent des eaux issues d'un lagunage naturel à trois bassins ; elle est constituée de deux étages de filtres B et C de surface identique : 200 m<sup>2</sup>. La station est encore trop récente pour juger sereinement de son efficacité. Pourtant, les mesures réalisées pendant la saison hivernale (novembre 1995 à avril 1996), montrent, malgré l'existence d'un déversoir d'orage, des débits importants qui méritent d'être cités à titre d'exemple. Pendant les six mois d'hiver, la moyenne des débits enregistrés lors de mesures de charges sur 24 heures est de 290 m<sup>3</sup>.j<sup>-1</sup>, avec une forte pointe en janvier (514 m<sup>3</sup>). Ramené à la surface des filtres B, l'apport journalier moyen est de 1450 mm d'eau soit une hauteur de 2900 mm pour le filtre B en fonctionnement. Ce débit moyen très élevé (cinq fois supérieur au débit de temps sec) multiplié par des concentrations néanmoins réduites, conduit à un apport de charge organique non négligeable, de 138 g de DCO m<sup>-2</sup> de filtres B. Dans ces conditions, les FPR abattent environ 40 % de la DCO et des MES. Il semble donc que les filtres B acceptent des charges hydrauliques importantes sous réserve que la charge organique appliquée reste dans des limites habituelles.

## **Dimensionnement**

Les résultats acquis sur le site de Montromant confortent les bases de dimensionnement des filtres A de la filière FPR en cas de réseau séparatif ou d'admission à débits contrôlés par déversoir d'orage. Une surface totale de 1,2 - 1,3 m<sup>2</sup>/ég.hab. du 1er étage, répartie en 3 unités identiques de 0,4 - 0,45 m<sup>2</sup>/hab. correspond à une charge organique globale de l'ordre de 100 g de DCO/m<sup>2</sup> planté. Cette configuration permet d'atteindre un abattement significatif sur les éléments carbonés et les matières en suspension (> 80 % sur la DCO, > 85 % sur les MES), ainsi qu'un début d'oxydation de l'azote.

L'emprise au sol du deuxième étage devrait pouvoir être diminuée. En effet, l'effluent alimentant les filtres B, contenant moins de 20 mg/l de MES, ne peut contribuer à induire une couche colmatante superficielle. Dans ces conditions, il est difficile d'optimiser la répartition de l'effluent et de réduire les vitesses de passage pour augmenter les temps de contact effluent/bactéries. Pendant la mesure, seuls 10 % de la surface disponible était utilisée. Une réduction de moitié soit une emprise au sol proche de 0,5 m<sup>2</sup>/hab. permettra d'atteindre une élimination par nitrification au moins analogue, pour un coût de construction moindre.

Pour le traitement des eaux de lavage de salles de traite, il est prévu de poursuivre les essais en construisant toujours à titre expérimental, quelques nouvelles stations limitées à deux étages et deux filtres par étages. Lorsque la topographie des lieux le permettra, on privilégiera l'installation de 2 étages à écoulement vertical. Le dimensionnement retenu est le suivant : 100 g de DGO m<sup>-2</sup> j<sup>-1</sup> sur le 1er étage et de 50 g de DGO m<sup>-2</sup> j<sup>-1</sup> par rapport à la surface totale. Un suivi mensuel s'étalant sur une période d'un an permettra de conforter ces bases de dimensionnement plus larges.

## Remerciements

Les recueils de données concernant les stations de Montromant et de Gensac ont été réalisés grâce au financement de la Direction de l'Espace Rural et de la Forêt du ministère de l'Agriculture et de la Pêche. L'IRH, Génie de l'environnement a gracieusement mis à notre disposition les résultats de Gommersdorf dont l'acquisition a été financée par l'Agence de l'Eau Rhin Meuse. Les expérimentations concernant les effluents de lavage de salle de traite ont été conduites à l'initiative de l'Institut de l'Élevage.

## Références

Agences de l'Eau. (1993). Epuration des eaux usées urbaines par infiltration percolation : état de l'art et études de cas. Etude Inter-agences n°9, 89 p.

Boutin, C. (1987). Domestic wastewater treatment in tanks planted with rooted macrophytes : case study; description of the system design criteria and efficiency. *Wat. Sci. Tech.*, 19 (10), 29-40.

EC/EWPCA Emergent Hydrophyte Treatment Systems Expert Contact Group. and Cooper, P.F. (1990). *European design and operations guidelines for reed bed treatment systems*. Ed. Wat.Res.Cent. United Kingdom, Report n°UI 17, 27 p. + annexes.

Guilloteau, J.A., Lesavre, J., Liénard, A., Genty P. (1993). Wastewater treatment over sand columns. Treatment yields, localisation of the biomass and gaz renewal. *Wat. Sci. Tech.*, 28(10), 251-261.

Liénard, A., Boutin, C. and Bois, R. (1993). Coupling of reed bed filters and ponds : An example in France. *Wat.Sci.Tech.*, 28 (10), 201-208.

Liénard, A., Boutin, C. Bois, R., Charles P. (1994). Couplage de filtres plantés de roseaux et lagunes : un exemple en France. *11ème Cong. « Journées Information Eaux »*, Poitiers, 28-30 septembre 1994. Conférence N°41. Thème « Eaux résiduaires urbaines ». Tome 1, pp 41.1-41.15.

Liénard, A., Boutin, C. and Esser, D. (1990). Domestic wastewater treatment with emergent hydrophyte beds in France. In : *Constructed Wetland in Water Pollution Control (Adv. Wat. Pollut. Control n°11)*. Ed. Cooper PF et Findlater B.C. Pergamon Press, United Kingdom, 183-192.