



26747 RM



Agence de l'eau
Rhin-Meuse

A retourner à l'Agence
après usage

D. RABZ
le 5/3/2002



Laboratoire de Mécanique des Fluides Appliquée

PROJET DE FIN D'ETUDES GENIE CIVIL

Mise en place des cahiers des charges des stations d'épuration à
lits filtrants plantés de macrophytes :

CAS DE LA RECEPTION

Etude de cas :

Stations de Deuxville, Erckartswiller et Schoenau



A.E.R.M.		courrier arrivé le:	
n° enreg! :			
18 MAR. 2002			
destinataire	copie	destinataire	copie
DMG		CJ	
DAE		DAF	
DAT		DSI	
DAAF		DRH	
DCT		SRI	
DMNDT		SDA	
DR		NS/EJ	
DA		COM/DOO	
DI		AC	
délai de réponse :		DAE	
		D'Adm	
		C.U.	

Michael NICOLLE

Elève ingénieur 3^{ème} année, filière GENIE CIVIL

JUIN 2001



Laboratoire de Mécanique des Fluides Appliquée
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES ARTS ET INDUSTRIES DE STRASBOURG
24, bd de la Victoire - F67084 STRASBOURG CEDEX - FRANCE
Téléphone : 038814 4700 / 4736 / 4725 - Télécopie : 0388241490

E-mail : jean-bernard.poulet@ensais.u-strasbg.fr

RÉSUMÉ

Après avoir défini le concept des stations d'épuration à filtres plantés, rappelé son contexte législatif, et entrepris un état de l'art et une caractérisation des systèmes existants. Il convenait de compléter les connaissances actuelles pour mettre en parallèle les différentes écoles de pensée, les différentes normalisations, l'avancement de la recherche et la réalité industrielle.

Ceci permettra de construire un arbre de décision pour la conception des stations à macrophytes. En effet, il est utile de disposer d'un cahier des charges rigoureux pour assurer des mises en œuvre réfléchies et éviter les pathologies simples liées aux caractéristiques du génie civil.

Nous nous sommes intéressés également aux cas des stations de Schoenau, Deuxville et Erckartswiller. Ces installations procèdent selon des démarches différentes, tant du point de vue de la technique utilisée que des méthodes de mises en œuvre.

Une description illustrée des trois sites (fiches de cas) nous a permis de bien situer les problématiques et d'effectuer les constats nécessaires au diagnostic des installations. Sur la base de ce diagnostic, il a été possible de corréliser les remarques formulées et de travailler à la réception des stations à macrophytes

Enfin, nous avons commencé l'élaboration d'un protocole de suivi adapté. Les trois stations de notre étude servent de champ d'expérimentation.

ABSTRACT

After having defined the planted filters and having pointed out the legislative context, we gave a characterization of the existing systems. It was advisable to supplement current knowledge to put in parallel the schools of thought, various standardizations, advance of search, industrial reality.

This made it possible to build a decision tree for the design of the sewage treatment system using planted filters. Indeed, it is useful to lay out a rigorous schedule of conditions to ensure of the considered settings and to avoid simple pathologies related to the characteristics of the civil engineering.

We were also interested in the cases of Schoenau, Deuxville and Erckartswiller. These installations proceed of different steps, as well from the point of view of the technique used as of the methods of settings. An illustrated description of the three sites (cards of case) enabled us to locate the problems and make the diagnosis of the installations. On the basis of this diagnosis, it was possible to correlate the made remarks and to work with the reception of the sewage treatment system using planted filters.

Lastly, we began the elaboration of a protocol of adapted follow-up. The three stations of our study are used as field of experimentation.

Préliminaires

1.1 Contexte général de l'épuration.....	1
1.2 Présentation de la filière, enjeux	3
1.2.1 Définitions.....	3
1.2.2 Principes généraux.....	7
1.2.2.1 Principes des LFP	
1.2.2.2 Historique	
1.2.3 Systèmes industriels.....	9
1.2.3.1 Phragmifiltres	
1.2.3.2 Rhizopur	
1.2.3.3 Vegha	
1.2.3.4 Moritec	

Cahiers des charges

2.1 Caractérisation du système des LFP.....	13
2.1.1 Démarche.....	13
2.1.2 Synthèse des paramètres	14
2.2 Analyse des paramètres et recommandations.....	15
2.2.1 Etudes préliminaires	15
2.2.1.1 Géotechnique et pédologique	
2.2.1.2 Énergétique	
2.2.1.3 Environnementale	
2.2.2 Prétraitement.....	17
2.2.3 Traitement primaire.....	17
2.2.3.1 Conception	
2.2.3.2 Prospective	
2.2.3.3 Réception	
2.2.4 Alimentation des bassins.....	21
2.2.4.1 Filtres verticaux	
2.2.4.2 Filtres horizontaux	
2.2.4.3 Vérifications	
2.2.5 Drainage, vannage, canalisations	26
2.2.5.1 Drains	
2.2.5.2 By-pass	
2.2.5.3 Accès des canalisations	
2.2.5.4 Vérifications	

2.2.6 Etanchéité des bassins	29
2.2.6.1 Définition – cadre	
2.2.6.2 La géomembrane	
2.2.6.3 Le géotextile	
2.2.6.4 Vérifications	
2.2.7 Terrassement	33
2.2.7.1 Problématique	
2.2.7.2 Critères	
2.2.7.3 Dispositions constructives	
2.2.8 Bassins d'épuration.....	35
2.2.8.1 Rôle des bassins	
2.2.8.2 Géométrie	
2.2.8.3 Dimensionnement	
2.2.8.4 Le massif filtrant : composition	
2.2.8.5 Mise en œuvre des matériaux	
2.2.9 Les plantations.....	40
2.2.9.1 Le colmatage	
2.2.9.2 Rôle des macrophytes	
2.2.9.3 Mise en œuvre et entretien	
2.2.9.4 Vérifications spécifiques	
2.2.10 Traitement des boues	43
2.2.10.1 Introduction	
2.2.10.2 Principe	
2.2.10.3 Dispositions constructives	
2.2.10.4 Paramètres fondamentaux d'exploitation	
2.3 Les vérifications et les essais de garantie.....	44
2.3.1 Les acteurs	44
2.3.1.1 L'Agence de l'eau	
2.3.1.2 Les autres intervenants	
2.3.2 La réception	46
2.3.2.1 Les étapes du marché	
2.3.2.2 Contexte – chronologie	
2.3.3 Les vérifications et essais de garantie	51
2.3.3.1 La demande de l'Agence de l'Eau	
2.3.3.2 Performances	
2.3.3.3 Dimensionnement	
2.3.3.4 Cas du massif filtrant	
2.3.3.5 Phasage	

Etude de cas

3.1 Les stations	74
3.1.1 Station de Deuxville	74
3.1.1.1 Généralités	
3.1.1.2 Rôle et capacité	
3.1.1.3 Fonctionnement	
3.1.1.4 Description des installations	
3.1.1.5 Premiers constats	
3.1.1.6 Conclusions	
3.1.2 Station d'Erckartswiller	81
3.1.2.1 Généralités	
3.1.2.2 Capacité, objectif de traitement	
3.1.2.3 Fonctionnement	
3.1.2.4 Description des ouvrages	
3.1.2.5 Mesures et analyses	
3.1.3 Station de Schoenau	87
3.1.3.1 Généralités	
3.1.3.2 Capacité, objectif de traitement	
3.1.3.3 Schéma de principe	
3.1.3.4 Protocole de réception	
3.1.3.5 Résultats d'analyses	
3.1.3.6 Interventions de l'année 2001	
3.1.3.7 Colmatage – problème des débits	
3.2 Coûts : investissement et fonctionnement	97
3.2.1 Coûts d'investissement	97
3.2.1.1 Décomposition des coûts par postes	
3.2.1.2 Prix de revient par ouvrage	
3.2.1.3 Prix de revient pour un lit hors tout	
3.2.1.4 Comparatifs	
3.2.2 Coûts de fonctionnement	100

Conclusion

Introduction

Cette étude est effectuée pour le compte de l'Agence de l'Eau, en collaboration avec les collectivités locales (mairies, communauté de commune), et les différents intervenants des stations de Deuxville, Erckartswiller et Schoenau.

Le procédé des stations d'épuration à lits filtrants plantés de macrophytes est encore relativement peu développé et peu reconnu en France, mais constitue une filière particulièrement bien adaptée aux petites collectivités, en raison du peu d'entretien qu'elle requiert à priori.

Dans un contexte où le marché des petites stations d'épuration est croissant (la réglementation prévoit la maîtrise des rejets des collectivités pour l'échéance 2005), il est nécessaire pour l'Agence de l'Eau de mieux connaître et maîtriser ce procédé pour la gestion des subventions et des aides qu'elle accorde aux collectivités.

~~

Si la biologie est au cœur du processus d'épuration, le génie civil compte pour une grande part dans la réussite de ces stations. Sa parfaite maîtrise conditionne d'une part un fonctionnement correct des organes, d'autre part la pérennité des ouvrages.

Il s'avère donc nécessaire de disposer de points de repères et d'outils pour réussir la mise en place de ces stations particulières. Notre étude porte essentiellement sur les caractéristiques du génie civil des stations à lits plantés.

Le premier objectif est donc la mise en place d'un cahier des charges pour la conception, la réalisation et la réception.

Le contrat de l'ENSAIS avec l'Agence de l'Eau porte également (et ce depuis trois ans maintenant) sur le suivi de la mise en place de trois stations dans le bassin Rhin-Meuse. Les études réalisées depuis deux ans sur la station de Schoenau ont permis de suivre l'évolution de la station et d'effectuer les premières analyses.

Le second objectif est donc le suivi des stations : le recueil des analyses, la constitution d'un dossier photographique, la mise en place d'essais de contrôle et la participation aux différentes interventions.

~~

Dans un premier temps, nous avons consigné un état de l'art sur les stations en présentant différents procédés à partir de la bibliographie, de la rencontre de professionnels. En complément de ces informations, les normes ou recommandations en vigueur nous permettent de cibler de façon précise les différents paramètres qui interviennent dans la réalisation et le fonctionnement d'une station à lits plantés. On peut ensuite en dégager les principales caractéristiques, le rôle joué par l'élément, les techniques en usage, les critères essentiels à respecter pour la conception et la réalisation.

Nous nous intéressons également aux techniques de contrôle qui permettent de valider et de mettre en route une station, une fois la construction achevée. Le test de protocole d'essais sur le terrain doit statuer sur la validité de ces méthodes de contrôle.

Le suivi des trois stations constitue une étude à part entière et sert également d'illustration à nos cahiers des charges.

Conclusion

Le but de ce projet était dans un premier temps de jeter les bases d'un cahier des charges pour la conception, la réalisation des stations d'épuration à lits filtrants plantés de macrophytes : le travail réalisé doit permettre de mieux connaître les contraintes liées à ces procédés et les caractéristiques essentielles à l'implantation des ouvrages de la filière.

Une étude approfondie des installations d'alimentation des lits, par exemple, est indispensable pour chaque station : les systèmes doivent être adaptés au type de lits, aux débits, au massif filtrant.

Dans un deuxième temps, il s'agissait d'œuvrer sur la réception de ces stations. Les protocoles proposés pour la réception (essais, phasage) demandent à être mis en œuvre pour être validés. Agence de l'eau, et maître d'œuvre doivent conjuguer leur efforts pour assurer le contrôle et le suivi qui conditionnent d'une part un respect des cahiers des charges et une mise en œuvre de qualité, d'autre part la pérennité des stations.

Dans tous les cas, les stations à lits plantés sont issues de techniques jeunes, et nécessitent d'être suivies. Il est primordial de parvenir à terme à gérer les spécificités de ce type de stations : effets tampon, évolution annuelle (cycle été/hiver),

L'étude des trois cas, suivie d'une brève étude des coûts d'investissement et d'entretien permet de tirer les dernières conclusions.

Les stations à lits plantés sont généralement présentées comme une filière rustique, demandant peu d'entretien et par conséquent économique pour des stations de petites capacités (cf introduction). Pour des capacités supérieures à 3000 ou 4000 EH, les coûts d'investissement variables viennent concurrencer les autres filières.

C'est effectivement le cas si on reste dans le cadre strict d'une station **rustique**, et de **petite taille** ; on peut dans le cas contraire douter de la viabilité économique de la station.

L'exemple de Schoenau l'illustre parfaitement : la station, située en terrain plat, fait appel à des postes de relevage pour l'alimentation, à des systèmes de prétraitement mécanisés, à une gestion automatisée lourde pour les débits entrants.

Une démarche visant à éviter l'utilisation de systèmes mécaniques pour le prétraitement, et qui privilégie également un cheminement gravitaire de l'effluent est indispensable pour justifier le choix de la filière.

Les coûts d'exploitation sont effectivement faibles si la station est bien mise en œuvre et bien réglée. Cependant, l'entretien curatif, dans le cas de problèmes liés au substrat (colmatage, dessèchement des roseaux,...), de pathologies des équipements (drains, canalisations,...) devient rapidement lourd.

La taille des stations intervient au niveau du coût d'investissement, mais il semble en plus que le réglage (démarrage, dimensionnement, suivi) des stations de plus grande

taille est délicat est nécessite plus de moyens au moment de la mise en œuvre et du suivi. Ceci est vrai pour la station de Schoenau (la plus grande de la catégorie) et reste bien entendu à vérifier.