

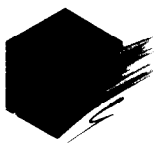
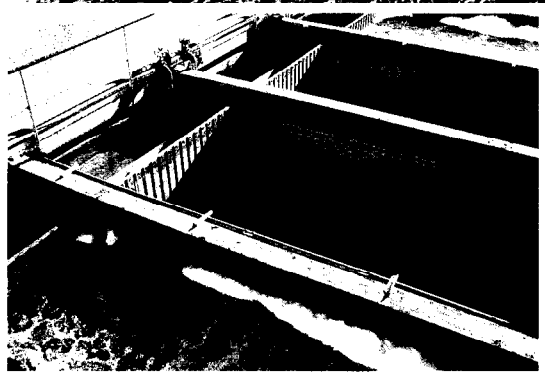


19735 RM



Agence de l'Eau
Seine-Meuse

L'ÉPURATION PAR BIOFILTRATION



Agences de l'Eau



CEMAGREF



Fonds National pour le Développement des Adductions d'Eau

ministère de l'agriculture et de la pêche

L'EPURATION PAR BIOFILTRATION

Synthèse des résultats de suivi de 12 installations

Ce document a été réalisé à la demande :

- du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (Direction de l'Espace Rural et de la Forêt)
- du Ministère de l'Environnement (Direction de l'Eau)

avec le concours financier :

- du Fonds National pour le Développement des Adductions d'Eau (F.N.D.A.E.)
- des Agences de l'Eau (dans le cadre des études inter Agences)

Photographies CEMAGREF LYON

Couverture : Station du Barcarès - En incrustation : Station de Gréoux-les-Bains

SOMMAIRE

INTRODUCTION	4
PREMIERE PARTIE: PRESENTATION GENERALE.....	5
I - Historique et développement de la technique	5
II - Principe de fonctionnement	5
III - Principales caractéristiques techniques	6
IV - Insertion des biofiltres dans une filière de traitement des eaux usées..	8
DEUXIEME PARTIE: CARACTERISTIQUES DES INSTALLATIONS.....	10
I - Caractéristiques des installations	10
II - Caractéristiques des biofiltres	13
TROISIEME PARTIE: LES MESURES.....	16
I - Caractéristiques des effluents entrée station..	16
II - Efficacité du premier étage	17
III - Efficacité des biofiltres	18
QUATRIEME PARTIE: ANALYSE DETAILLEE DU FONCTIONNEMENT DES BIOFILTRES	22
I - Charge hydraulique (ou vitesse de passage)	22
II - Charges appliquées	23
III - Comportement des biofiltres face aux variations de charge..	26
IV - Biofiltration et effluents particuliers	27
CINQUIEME PARTIE: LES BESOINS ENERGETIQUES	28
I - Aération	28
II - Aspects énergétiques	30
SIXIEME PARTIE : L'EXPLOITATION DES BIOFILTRES.....	32
I - Les lavages	32
II - Production de boue	35
III - Suivis techniques	36
IV - Aspects microbiologiques	36
V - Le moussage	37
VI - Automatisme/exploitation	37
CONCLUSION GENERALE.....	38
ANNEXE I : FICHES DESCRIPTIVES DES INSTALLATIONS ETUDIEES.....	40
ANNEXE II : PRINCIPAUX TABLEAUX DE DONNEES.....	53
BIBLIOGRAPHIE	57

INTRODUCTION

Le renforcement de la protection du milieu naturel exige des installations de traitement des eaux usées de plus en plus performantes. La construction de nouvelles stations, l'extension d'unités existantes dans un contexte où la pression immobilière s'affirme toujours davantage, font que les procédés à faible emprise au sol sont de plus en plus mis en avant.

Pour faire face à ces évolutions, les constructeurs développent de nouvelles technologies, comme les biofiltres dont les premières installations fonctionnent depuis une dizaine d'années. Utilisés d'abord pour le traitement du carbone leur champ d'application s'est élargi à l'azote (nitrification - dénitrification) et au phosphore.

Ce document concerne principalement le traitement du carbone.

Ces procédés reposent sur l'action de microorganismes aérobies fixés sur un support granulaire immergé dans un bassin. Les avantages de compacité, d'affinage du traitement, et d'intensification des processus biologiques, qui leur sont reconnus sont à analyser en regard des limites du procédé. De plus, les conditions d'exploitation et les modalités de suivi ne sont pas aussi bien connues que celles des procédés conventionnels.

Pour répondre à ces questions, une étude détaillée du fonctionnement des biofiltres a été entreprise à l'initiative du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, des Agences de l'Eau et du CEMAGREF.

La technicité du procédé, la nécessité de suivis approfondis sur plusieurs jours consécutifs, l'application de critères sélectifs pour le choix des sites, l'insertion du procédé dans différentes filières ont limité à 12 le nombre des installations étudiées au cours des quatre dernières années. Cinq sites ont déjà fait l'objet d'un rapport.

Le présent document complète les connaissances acquises (conception, fonctionnement, exploitation) et interprète l'ensemble des données recueillies. Le texte est organisé en six parties :

- 1) Un rappel du procédé (caractéristiques générales de la technique), illustré par des données de la bibliographie ;
- 2) Une présentation des sites étudiés ;
- 3) Une synthèse des résultats obtenus sur l'ensemble des sites ;
- 4) Analyse des paramètres de fonctionnement des biofiltres ;
- 5) Les besoins énergétiques du procédé ;
- 6) La dernière partie est consacrée aux principales contraintes d'exploitation de cette filière.

CONCLUSION GENERALE

C'évolution de technologie* dans le domaine du traitement des eaux usées et les exigences croissantes concernant la qualité des effluents rejetés dans le milieu naturel, ont conduit au développement d'un nouveau procédé : la biofiltration.

Le principe de la biofiltration repose sur l'utilisation d'un matériau filtrant de type granulaire, immergé dans l'eau à traiter, aéré en permanence et sur lequel se fixent les populations bactériennes qui vont participer à la dégradation de la pollution.

Le procédé évolutif présente des avantages certains :

- compacité (faible emprise au sol),
- aspect modulaire,
- absence de décantation secondaire,
- large créneau d'application :

- * adaptation au traitement des différents types de pollution (carbone - azote),
- * facilité d'insertion dans une filière de traitement (projet d'extension ou adaptation à des normes de rejet plus contraignantes),
- * fiabilité du traitement (Normes Européennes).

La présente étude porte sur 12 sites: 10 dimensionnés pour traiter le carbone et 2 pour l'azote.

Ces installations ont des caractéristiques différentes en ce qui concerne :

- la population collectée : 7500 à 150.000 équivalents habitants,
- le type d'effluent à traiter (prédominance domestique),
- la nature du traitement amont (décantation ou pré-épuración biologique),
- la taille des filtres dimensionnés en fonction des charges à traiter par m³ de matériau,
- le sens de circulation de l'eau à traiter dans les biofiltres : courant ascendant ou descendant.

Principaux résultats :

Censemble des mesures effectuées (à l'exception des points anormaux) est résumé dans le tableau suivant. Ces résultats représentent plus de 100 jours de suivis.

CONCENTRATION MOYENNE DES EAUX EN ENTREE BIOFILTRE

DCO	255 mg/l
DCO dissoute	180 mg/l
DBO ₅	111 mg/l
DCO/DBO ₅	2,3
MES	70 mg/l

CONCENTRATION MOYENNE DES EAUX EN SORTIE BIOFILTRE

DCO	72 mg/l
DCO dissoute	52 mg/l
DBO ₅	24 mg/l
DCO/DBO ₅	3
MES	17 mg/l

RENDEMENT

DCO	67 %
DBO ₅	72 %
MES	72 %
N k Site non nitrifiant	24 %
Site nitrifiant	80 %

Les installations ont fonctionné à une valeur proche du nominal pour l'hydraulique et à 65 % pour la charge organique. Elles sont en mesure de délivrer une eau de qualité répondant au niveau de la circulaire interministérielle du 4 novembre 1980.

Les concentrations à l'entrée du filtre sont variables d'une installation à l'autre.

Une forte concentration d'entrée nuit à la qualité du rejet; ceci est surtout net pour la DCO. L'étude confirme le rôle remarquable des biofiltres sur la rétention des matières en suspension.

Charges :

La charge volumique appliquée en DCO conditionne l'efficacité du massif filtrant. En moyenne, le niveau est atteint pour une charge appliquée de 7 kg de DCO/m³ de matériau et par jour. Ce qui permet de classer les biofiltres dans la catégorie des réacteurs intensifs.

Les vitesses hydrauliques de filtration dépendent du type de biofiltre utilisé; elles doivent être plus élevées dans le cas d'un courant ascendant.

La nitrification est possible pour des charges appliquées de 0,44 kg de NK/m³; en traitement secondaire (rapport DCO/N élevé de l'ordre de 10). le rendement est alors de 80 % sur le Nk en conditions d'aération non limitantes. En traitement tertiaire, il est probable que les performances soient supérieures pour des charges appliquées plus élevées.

Ces installations ont un bon comportement face aux variations de charge, à condition que le suivi de l'ensemble soit parfaitement assuré.

Aération :

La satisfaction des besoins en oxygène est fondamentale pour atteindre un bon degré d'épuration. Cadéquation apports - besoins n'a pu être étudié en détail en l'absence de données essentielles (mesure de débit d'air - rendement de transfert - hauteur d'eau au dessus du plancher).

Caération représente une part importante de la consommation énergétique de la biofiltration, de l'ordre de 80 %. La possibilité de réguler les apports d'air en fonction de la charge à traiter apparaît donc souhaitable. Les puissances des pompes et surpresseurs de lavage sont encore plus élevées.

La consommation totale journalière moyenne d'une installation est de **1,1 kWh** par kg de **DCO** éliminée, en ce qui concerne les sites dimensionnés pour traiter la pollution **carbonée**.

Lavages :

Comme sur tout système mettant en œuvre un procédé de filtration, la gestion du colmatage est une opération délicate et fondamentale.

La vitesse de colmatage (et donc la fréquence des lavages), dépend de la charge volumique appliquée, de la vitesse hydraulique, du type d'effluent et de la durée du cycle de filtration.

Pour une charge appliquée de **7 kg de DCO/m³.j**, un lavage quotidien doit être effectué, même en période de faible débit.

Les lavages mettent en jeu des volumes d'eau dont l'importance sur l'hydraulique de l'installation est fonction du nombre de filtres.

Les lavages sont automatisés mais nécessitent une surveillance, une maintenance préventive sans faille pour obtenir un résultat optimal.

Lors des lavages, les boues biologiques produites sont stockées dans une bêche, puis elles sont renvoyées dans le circuit de traitement, au niveau du décanteur.

La production moyenne de boues obtenues sur les installations est de **0,41 kg de MES / kg de DCO** éliminée, pour un rendement moyen en **DCO** de 67 %.

Conclusion :

Cette étude nous apporte des enseignements importants sur la biofiltration ; celle-ci apparaît comme une technique intéressante.

Elle offre des avantages certains de compacité et d'aptitude à traiter de fortes charges, avec des performances épuratoires convenables.

En ce qui concerne le fonctionnement des installations existantes, leur optimisation nécessite :

- une bonne adéquation entre la fréquence des lavages et la charge à traiter,
- une régulation de l'apport d'oxygène en fonction de la pollution à traiter,
- une bonne régulation hydraulique en tête de station,
- un personnel correctement formé et attentif.

En ce qui concerne les installations futures, des améliorations doivent être apportées :

- dimensionnement des biofiltres à des charges **< 7 kg de DCO/m³.j**,
- prise en compte précise des caractéristiques des effluents à traiter (valeur moyenne et de pointe),
- dimensionnement suffisant des baches de stockage des eaux de lavage,
- installation de dispositifs de mesure et de régulation des débits d'air,
- dimensionnement des installations qui tiendra compte des débits maximums collectés sur le site et de l'impact du débit de retour des eaux de lavage sur les ouvrages.