



Les procédés d'épuration des petites collectivités

DU BASSIN RHIN-MEUSE

éléments de comparaison techniques et économiques



Préambule

Malgré les efforts réalisés ces dernières années, l'épuration des eaux usées, nécessité reconnue de tous, reste en France un enjeu majeur pour permettre la préservation ou la reconquête de la qualité des milieux naturels et le respect des échéances communautaires.

Alors que pour les grandes collectivités, l'équipement en station d'épuration est désormais réalisé, ce n'est pas nécessairement le cas de nombreux villages. Ainsi, sur le bassin Rhin-Meuse, environ 1760 des 3280 communes (représentant environ 500 000 habitants) ne disposaient en 2005 d'aucun traitement des eaux usées.

La réglementation imposant aux agglomérations de moins de 2 000 équivalents-habitants (EH) d'assurer un traitement approprié de leurs eaux usées dès lors qu'elles disposent d'un réseau d'assainissement, même partiel, ces communes devront donc être rapidement équipées.

Contrairement aux ouvrages de capacité importante, de nombreux procédés d'épuration, parfois récents, sont à la disposition de ces collectivités. La "rusticité" revendiquée par certains de leurs constructeurs n'exclut cependant pas une approche rigoureuse de leur conception et de leur exploitation.

Il a donc paru intéressant à l'agence de l'eau de dresser un état des lieux de l'ensemble des techniques épuratoires adaptées aux petites collectivités présentes sur son territoire afin de fournir aux acteurs des projets d'assainissement des éléments objectifs d'aide à la décision.

Cet état des lieux a été réalisé par le bureau d'études LOREAT en collaboration avec l'agence de l'eau.

Il permet de décrire et caractériser les procédés d'épuration étudiés à partir de l'ensemble des données disponibles, notamment plus de 1 000 bilans de pollution journaliers. Il se fonde sur l'observation de 115 stations d'épuration construites après 1990 dont une dizaine a été étudiée de façon approfondie à l'occasion de la présente étude.

Il permet, après analyse du contexte technico-économique de l'assainissement, d'aborder le choix du procédé qui pourrait le mieux correspondre aux contraintes spécifiques de chaque collectivité.

Il insiste sur les points essentiels qui caractérisent chacune des techniques présentées mais ne saurait à lui seul permettre une parfaite maîtrise de la conception des systèmes.

Outre le volet technique de chaque procédé, le présent document apporte un éclairage économique à travers les coûts d'investissement observés et les coûts prévisionnels de fonctionnement.

Il se compose de fiches descriptives de chaque procédé étudié et de documents de synthèse.

Ces fiches sont décomposées en deux volets : un volet technique et un volet financier.

Le volet technique présente :

- la conception et le dimensionnement des stations d'un point de vue théorique complétés par des recommandations pratiques,
- un listing non exhaustif des principaux dysfonctionnements observés, de leurs causes et remèdes,
- les conditions d'adaptation du procédé aux contraintes du projet et à son environnement,
- les performances observées.

Le volet financier présente :

- le coût d'investissement¹ observé lors de marchés publics récents à travers une fonction de coûts,
- le coût de fonctionnement théorique à travers une fonction de coûts et sa décomposition détaillée.

Le volet financier, malgré les incertitudes liées à la particularité de chaque opération, peut aider à trouver le meilleur compromis technico-économique présidant au choix d'un dispositif d'épuration.

Enfin, il convient de souligner que l'étude ne présente pas les filières "individuelles" relevant de l'assainissement non collectif, filières que les collectivités peuvent avoir tout intérêt à privilégier en cas de conditions techniques et économiques favorables.

¹ Des fonctions de coûts d'investissement sont proposées à titre indicatif. Malgré leur représentativité elles sont à manipuler avec précaution en raison de l'extrême variabilité des conditions de terrain (type de réseau en amont de la station, caractéristiques du site d'implantation, etc.) de l'échantillon d'ouvrages parfois réduit pris en compte.

Ces coûts n'ont pas la prétention de se substituer à l'estimation prévisionnelle des dépenses réalisée par le maître d'œuvre qui intègre bien les facteurs de variabilité du projet.

Sommaire

CHAPITRE	DOCU- MENT
Champs de l'étude Points-clés de la conception	Introduction
Fiche-procédé Fosse septique "toutes eaux"	Fiche 1
Fiche-procédé Décanteur-digesteur	Fiche 2
Fiche-procédé Lit bactérien	Fiche 3
Fiche-procédé Disques biologiques	Fiche 4
Fiche-procédé Boues activées aération prolongée	Fiche 5
Fiche-procédé Boues activées SBR	Fiche 6
Fiche-procédé Lagunage naturel	Fiche 7
Fiche-procédé Lagunage aéré	Fiche 8
Fiche-procédé Infiltration-percolation	Fiche 9
Fiche-procédé Filtres plantés de roseaux à écoulement vertical	Fiche 10
Fiche-procédé Filtres plantés de roseaux à écoulement horizontal	Fiche 11
Aide à la décision	Synthèse
Glossaire	Glossaire
Etudes de cas	Annexe 1
Statistiques relatives aux performances des stations d'épuration étudiées	Annexe 2
Coûts de fonctionnement déclarés par les collectivités	Annexe 3
Caractéristiques de l'échantillon de stations d'épuration étudiées	Annexe 4
Bibliographie	Annexe 5

Champs de l'étude

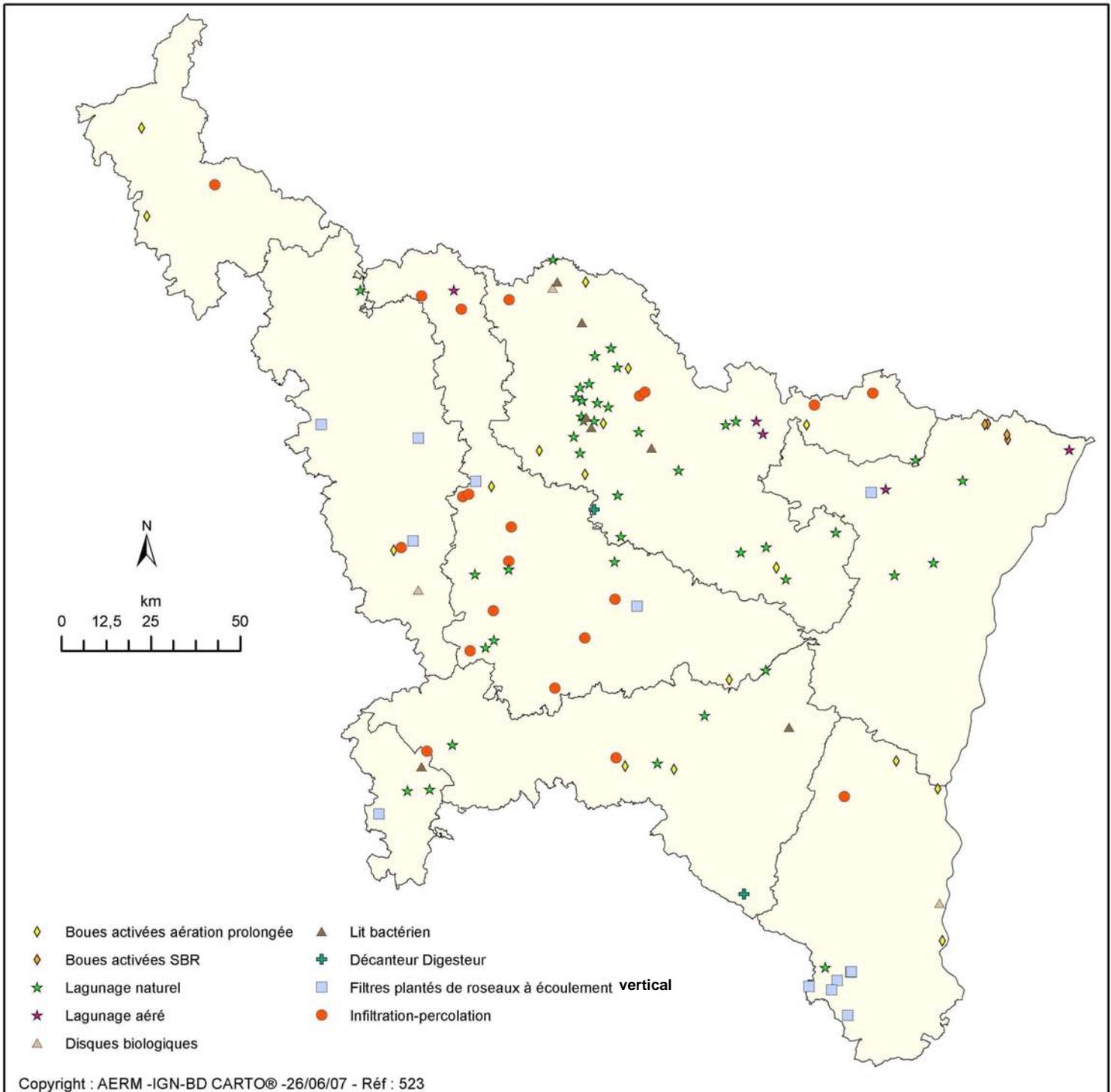
Onze procédés d'épuration ont été étudiés pour élaborer le présent document qui se répartissent comme suit :

Nature du procédé	Procédé	Abréviation
Traitement primaire	Fosse septique "toutes eaux"	FSTE
	Décanteur-digesteur	DD
Culture libre	Boues activées aération prolongée	BA
	Boues activées SBR	SBR
	Lagunage naturel	LN
	Lagunage aéré	LA
Culture fixée sur support grossier	Lit bactérien	LB
	Disques biologiques	DB
Culture fixée sur support fin	Infiltration-percolation	IP
	Filtres plantés de roseaux à écoulement vertical	FPRv
	Filtres plantés de roseaux à écoulement horizontal	FPRh

Sur un parc de 298 stations d'épuration de moins de 2 000 EH, 116 ouvrages ont été étudiés qui se répartissent géographiquement comme suit :

Procédé	Nombre total d'ouvrages	Nombre d'ouvrages pris en compte	Département							
			08	52	54	55	57	67	68	88
DD	12	2	0	0	0	0	1	0	0	1
BA	150	18	2	0	2	1	7	1	3	2
SBR		3	0	0	0	0	3	0	0	
LN	71	43	0	2	5	1	27	3	1	4
LA	5	6	0	0	1	2	3	0	0	0
DB	9	3	0	0	0	1	1	0	0	1
LB non aéré	17	2	0	0	0	0	2	0	0	0
LB aéré		5	0	1	0	0	3	0	0	1
IP	21	21	1	1	11	1	5	0	1	1
FPR	13	13	0	1	2	3	0	1	6	0
TOTAL	298	116	3	5	21	9	49	8	11	10

La carte suivante illustre la répartition géographique des installations étudiées :



Le tableau suivant détaille la commune d'implantation, la date de mise en service et la capacité des stations d'épuration étudiées :

Dep	Nom Station	Type d'épuration	Date mise en service	Capacité en EH
67	SE BREMMELBACH	BA	01/01/2004	155
67	SE CLEEBOURG	BA	01/01/2004	670
67	SE PETIT WINGEN	BA	01/01/2004	163
67	SE WINGEN	BA	01/01/2004	510
08	SE LES MAZURES	BA	01/07/2004	1150
08	SE POIX TERRON	BA	01/02/2001	787
54	SE LACHAPELLE	BA	30/04/2000	227
54	SE VIEVILLE EN HAYE	BA	15/01/1998	200
55	SE LEROUVILLE	BA	01/01/1994	1600
57	SE FEY	BA	01/08/2000	1260
57	SE GOMELANGE	BA	01/11/2001	1575
57	SE PANGE	BA	01/11/2002	1667
57	SE RETTEL	BA	01/03/2001	1075
57	SE SOLGNE	BA	01/01/2000	1395
57	SE WITTRING	BA	01/01/1993	1000
57	SE XOAXANGE	BA	22/05/1991	200
68	SE BALTZENHEIM	BA	11/11/1994	1660
68	SE GUEMAR	BA	01/06/1991	1200
68	SE PETIT LANDAU	BA	01/01/1990	780
88	SE AYDOILLES	BA	01/01/1993	1800
88	SE DOMEVRE SUR AVIERE	BA	01/06/2001	550
57	SE AULNOIS SUR SEILLE	DD	01/01/1999	70
88	SE FRESSE SUR MOSELLE	DD	01/01/2000	70
55	SE VOID-VACON BORDE	DB	01/01/1979	1000
57	SE BOUST	DB	01/01/1978	850
68	SE BANTZENHEIM	DB	01/01/1977	1800
52	SE LONGCHAMPS LES MILLIERES	FPR	01/01/2003	70
54	SE THIAUCOURT	FPR	01/01/2004	1300
68	SE CHAVANNES SUR L'ETANG	FPR	01/01/2004	
54	SE DEUXVILLE	FPR	01/06/1999	350
55	SE NIXEVILLE	FPR	25/09/1998	200
55	SE SAULX LES CHAMPLONS	FPR	01/01/1995	100
55	SE ST JULIEN SOUS LES COTES	FPR	15/10/2002	150
67	SE ERCKARTSWILLER	FPR	01/07/1999	500
68	SE EGLINGEN ALLMENDGRABEN	FPR	01/01/1996	135
68	SE EGLINGEN NIEDERFELD	FPR	01/01/1996	135
68	SE GOMMERSDORF	FPR	01/03/1993	400
68	SE MANSPACH	FPR	01/01/1996	600
68	SE UEBERSTRASS	FPR	01/05/2002	400
57	SE BREIDELBACH OLSBERG	IP	01/01/2004	115
08	SE IGES CNE DE GLAIRE	IP	INCONNU	140
52	SE HARREVILLE LES CHANTEURS	IP	30/04/2003	370
54	SE BICQUELEY	IP	01/01/1994	1000
54	SE ESSEY-MAIZERAIS	IP	01/09/2001	470
54	SE EUVEZIN	IP	01/09/2003	100
54	SE FILLIERES	IP	01/05/2002	450
54	SE GEZONCOURT	IP	24/09/1998	180
54	SE JAILLON	IP	01/11/2001	550
54	SE SAINT FIRMIN	IP	09/06/1998	300
54	SE SAIZERAIS	IP	15/01/1998	1700
54	SE SAULXURES LES VANNES	IP	01/05/1990	400
54	SE SOMMERVILLER	IP	01/10/2002	2000
54	SE TONNOY	IP	01/11/2000	600
55	SE BONCOURT/MEUSE	IP	01/10/1998	550
57	SE BLIESBRUCK	IP	01/01/1998	150
57	SE HALLING LES BOULAY	IP	15/05/2004	100
57	SE MOMERSTROFF	IP	21/06/2004	250
57	SE ROCHONVILLERS	IP	01/01/1995	200
68	SE LABAROCHE	IP	01/01/2002	100
88	SE MAZELEY	IP	01/06/2002	300

Dep	Nom Station	Type d'épuration	Date mise en service	Capacité en EH
54	SE MORFONTAINE	LA	01/07/2002	1200
57	SE GRUNDEVILLER	LA	01/11/1987	600
57	SE GUEBENHOUSE	LA	01/01/1986	500
67	SE NEEWILLER PRES LAUTERBOURG	LA	01/11/1988	600
67	SE SPARSBACH	LA	01/01/1993	360
52	SE BOURG SAINTE MARIE	LN	01/10/1998	210
52	SE GRAFFIGNY CHEMIN	LN	01/09/1990	300
54	SE ALLAIN	LN	01/08/1990	350
54	SE COLOMBEY LES BELLES	LN	01/05/1991	1140
54	SE ERBEVILLER SUR AMEZULE	LN	01/12/2000	83
54	SE LUCEY	LN	01/01/1990	100
54	SE VILLEY ST ETIENNE	LN	01/01/1994	1230
55	SE MARVILLE	LN	15/01/1998	630
57	SE ABONCOURT	LN	01/01/1995	563
57	SE BAERENTHAL	LN	01/01/1993	1100
57	SE BARST MARIENTHAL	LN	01/01/1995	440
57	SE BASSE RENTGEN	LN	01/01/1996	550
57	SE BURTONCOURT	LN	01/12/2001	432
57	SE CAPPEL	LN	01/01/1990	870
57	SE CHESNY	LN	01/12/1990	650
57	SE COINCY	LN	01/01/1997	320
57	SE COLLIGNY	LN	01/01/1977 ex	477
57	SE EBERSVILLER	LN	01/01/1992	320
57	SE GLATIGNY	LN	01/12/1992	480
57	SE GREMECEY	LN	01/07/1992	210
57	SE HEMILLY	LN	01/10/1999	290
57	SE LANDONVILLERS	LN	01/01/1992	350
57	SE LANGATTE	LN	01/09/2002	993
57	SE LANGUIMBERG	LN	01/11/2001	274
57	SE MARSILLY	LN	01/01/1988	500
57	SE MITTELBRONN	LN	01/01/1992	650
57	SE MORHANGE LA MUTCHE	LN	01/06/1993	725
57	SE NITTING	LN	25/09/1998	797
57	SE PONTOY	LN	01/10/1993	628
57	SE SANRY LES VIGY	LN	01/12/1991	700
57	SE STE BARBE AVANCY	LN	25/09/1998	120
57	SE STE BARBE GRAS	LN	01/09/1991	130
57	SE TINCRY	LN	01/01/2001	150
57	SE VREMY	LN	15/01/1998	400
57	SE VRY	LN	01/06/2004	550
67	SE CRASTATT	LN	15/10/2003	210
67	SE FORSTHEIM	LN	01/01/1990	500
67	SE KIENHEIM	LN	01/01/1990	600
68	SE GUEVENATTEN	LN	01/01/1995	200
88	SE CELLES-SUR-PLAINE	LN	01/07/1994	1500
88	SE JEANMENIL	LN	01/01/1995	947
88	SE LANDAVILLE	LN	01/01/1994	333
88	SE LONGCHAMP	LN	01/09/1997	417
52	SE GONCOURT	LB	01/01/2003	380
57	SE BREISTROFF LA GRANDE	LB	01/09/2001	400
57	SE INGLANGE	LB	01/01/2001	140
57	SE LAQUENEXY LOT.	LB	01/01/2002	120
57	SE MAINVILLERS	LB	01/01/1993	300
57	SE OGY ST AGNAN STYR	LB	01/01/1994	180
88	SE NAYEMONT LES FOSSES	LB	12/05/2004	300

Points-clés de la conception

Alors que l'objectif principal du présent document est de détailler les moyens techniques à la disposition des collectivités pour l'épuration de leurs eaux usées, il apparaît utile de rappeler en introduction quelques points-clés de la conception qui aideront les futurs maîtres d'ouvrage à bien définir leurs besoins.

1 CONTEXTE REGLEMENTAIRE

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE), transposée en droit français par la loi n° 2004-338 du 21 avril 2004, définit un cadre commun pour la politique de l'eau des états membres, en vue notamment d'atteindre en 2015 le "bon état" des eaux de surface et souterraines.

Les actions concrètes à mettre en oeuvre pour l'atteinte du bon état sont déclinées dans un programme de mesures qui prévoit des mesures dites de "base" et "complémentaires".

Les mesures de base correspondent à la mise en oeuvre pleine et entière des textes préexistants à la DCE (directives, réglementations nationales) et notamment la Directive Européenne n°91/271/CEE du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires (DERU) qui a été déclinée en droit français par différentes lois et décrets codifiés dans le code de l'environnement et le code général des collectivités territoriales.

L'obligation d'assainissement des agglomérations résulte de l'application de la DERU.

Cette directive stipule notamment que les eaux urbaines résiduaires qui pénètrent dans les systèmes de collecte des agglomérations de moins de 2 000 EH devaient faire l'objet d'un traitement "approprié" avant d'être déversées, au plus tard le 31 décembre 2005.

La DERU précise également qu'on entend par "traitement approprié" tout procédé permettant de respecter les objectifs de qualité retenus pour les eaux réceptrices des rejets.

L'arrêté du 22 juin 2007² définit les prescriptions applicables aux ouvrages d'assainissement collectif et non collectif des agglomérations de plus de 20 EH en matière de conception, entretien, surveillance et performances.

Il précise notamment les performances minimales des stations d'épuration des agglomérations devant traiter une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 120 kg/j de DBO5 résumées dans les tableaux suivants, sachant que des valeurs plus sévères que celles mentionnées ci-dessous peuvent être fixées par le préfet si les objectifs de qualité des eaux réceptrices les rendent nécessaires :

Performances minimales jusqu'au 31 décembre 2012		
Paramètres	Concentration à ne pas dépasser	Rendement minimum à atteindre
Lagunage		
DCO³		60 %

² Arrêté du 22 juin 2007 relatif à la collecte, au transport et au traitement des eaux usées des agglomérations d'assainissement ainsi qu'à la surveillance de leur fonctionnement et de leur efficacité, et aux dispositifs d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique supérieure à 1,2 kg/j de DBO5

³ DCO mesurée sur **échantillons non filtrés**

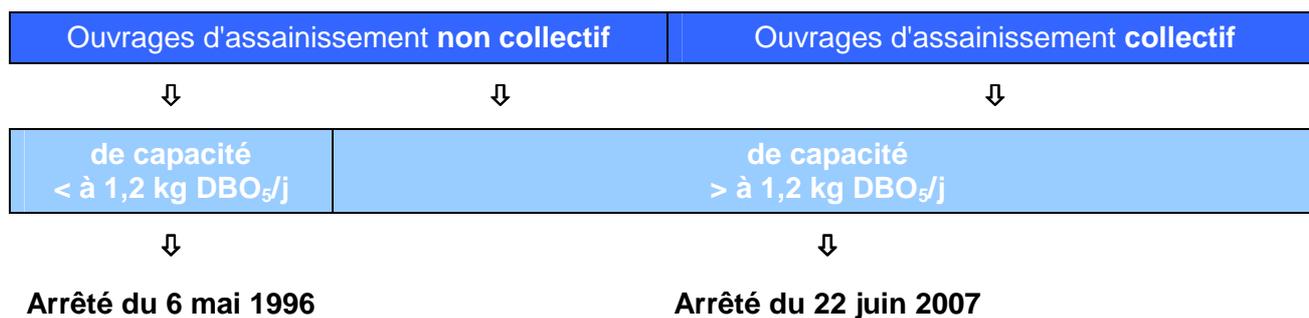
Performances minimales jusqu'au 31 décembre 2012		
Paramètres	Concentration à ne pas dépasser	Rendement minimum à atteindre
Autres procédés d'épuration		
DBO₅	35 mg/L 70 mg/L (en cas de dépassement du débit de référence, d'opérations programmées de maintenance ou de circonstances exceptionnelles)	OU 60 %
DCO³		60 %
MES		50 %

Performances minimales à compter du 1 ^{er} janvier 2013		
Paramètres	Concentration à ne pas dépasser	Rendement minimum à atteindre
Tous procédés d'épuration		
DBO₅	35 mg/L 70 mg/L (en cas de dépassement du débit de référence, d'opérations programmées de maintenance ou de circonstances exceptionnelles)	OU 60 %
DCO³		60 %
MES		50 %

A titre d'information la circulaire n° 97-31 du 17.02.1997, qui précisait l'arrêté du 21 juin 1996⁴, dorénavant abrogé, définissait quatre niveaux-types (D1 à D4) de traitement définis avec des performances (concentration ou rendement) fonction des procédés disponibles.

Dans cette circulaire, les niveaux d'exigences étaient fonction des objectifs de qualité (IA, IB, II, III) et de la dilution à travers le rapport entre la pollution rejetée exprimée en EH₆₀ et le débit d'étiage (QMNA₅ en l/s).

Le schéma suivant résume la réglementation technique relative aux ouvrages d'assainissement :



⁴ Arrêté du 21 juin 1996 modifié fixant les prescriptions techniques relatives aux ouvrages de collecte et de traitement des eaux usées mentionnées aux articles L. 2224-8 et L. 2224-10 du code général des collectivités territoriales, dispensés d'autorisation au titre du décret n°93-743 du 29 mars 1993 modifié

Selon leur importance les ouvrages d'assainissement sont susceptibles d'être soumis à autorisation ou à déclaration⁵ conformément au tableau ci-dessous :

Numéro rubrique	Ouvrages	Référence	Déclaration	Autorisation
2.1.1.0	Station d'épuration eaux usées	Charge brute de pollution organique (kg DBO ₅ /j)	>12	> 600
		Charge brute de pollution organique (EH ₆₀)	> 200	> 10 000
2.1.2.0	Déversoir d'orage eaux usées	Flux polluant journalier collecté (kg DBO ₅ /j)	>12	> 600
		Flux polluant journalier collecté (EH ₆₀)	> 200	> 10 000

Par ailleurs les communes (ou leurs établissements publics de coopération) ont pour obligation⁶ de délimiter, après enquête publique:

- les zones d'assainissement collectif où elles sont tenues d'assurer la collecte des eaux usées domestiques et le stockage, l'épuration et le rejet ou la réutilisation de l'ensemble des eaux collectées,
- les zones relevant de l'assainissement non collectif où elles sont tenues d'assurer le contrôle de ces installations et, si elles le décident, le traitement des matières de vidange et, à la demande des propriétaires, l'entretien et les travaux de réalisation et de réhabilitation des installations d'assainissement non collectif,
- les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement,
- les zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et, en tant que de besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu aquatique risque de nuire gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement.

2 APPROCHE CONCEPTUELLE D'UNE STATION D'EPURATION

Les stations d'épuration doivent être dimensionnées de façon à traiter un débit de référence, la charge brute de pollution organique de l'agglomération d'assainissement qu'elles équipent, ainsi que les flux de pollution dus aux autres paramètres de pollution produits par l'agglomération (MES, DCO, NK, PT, etc.) en tenant compte de ses perspectives de développement.

Selon leur nature, les différentes caractéristiques des eaux usées agissent à différents niveaux sur le dimensionnement des ouvrages :

- Le débit horaire influe sur le dimensionnement hydraulique des ouvrages (pompage, prétraitement, décantation primaire, filtres, clarificateur, etc.)
- Les charges maximales horaires influent sur le dimensionnement des capacités d'oxygénation
- Les charges maximales journalières influent sur le dimensionnement des réacteurs suivant le pourcentage de garantie demandé pour le respect du niveau de rejet

⁵ Article R.214-1 du code de l'environnement

⁶ Article L2224-10 du CGCT

- Les charges maximales hebdomadaires influent sur le dimensionnement de la filière boues
- La charge moyenne hebdomadaire influe sur les consommations énergétiques et de réactifs ainsi que sur la production de boues (semaine type); elle constitue la base de dimensionnement de l'aire de stockage et du bilan prévisionnel d'exploitation

2.1 CAPACITE NOMINALE

Le classement "administratif" de la taille des ouvrages d'épuration est réalisé à partir de la DBO₅.

Les textes réglementaires utilisent indifféremment les termes de "charge", "capacité" ou "taille".

Dans le cadre de la conception/construction, on utilisera la capacité comme critère de dimensionnement des stations d'épuration.

Cette capacité est également appelée "capacité de référence" ou "capacité nominale".

La capacité nominale est déterminée en prenant en compte la charge de matières polluantes apportées par temps sec additionnée des charges de temps de pluies que la collectivité a décidé de traiter conformément à l'arrêté du 22 décembre 1994 (chapitre 1, section 1, article 3d).

A cette capacité de référence correspond un débit de référence.

Par contre, pour définir les exigences de traitement et d'autosurveillance la charge brute prise en compte doit être retenue à partir de la charge par temps sec car une collectivité qui ferait l'effort de traiter le temps de pluies serait surclassée et pénalisée avec des exigences de traitement et d'autocontrôle plus sévères que si elle ne traitait pas le temps de pluies.

2.2 CARACTERISTIQUES DES EFFLUENTS A EPURER

Les caractéristiques des effluents servant au dimensionnement des ouvrages d'épuration doivent être connues ou définies pour établir un projet.

Cette étape, qui conditionne le dimensionnement d'un ouvrage d'épuration, est essentielle dans l'élaboration d'un projet et nécessite une attention particulière afin de fournir des données précises, les plus proches possibles de la réalité et ainsi obtenir un ouvrage adapté à la pollution à traiter.

Pour concevoir les ouvrages, il convient entre autre de préciser les débits et charges, en précisant la durée et la fréquence :

- journaliers (semaine, mois) :
 - de temps sec
 - nominal
 - maximal
- horaires (pointe, moyenne) :
 - temps sec
 - temps de pluies

Les eaux claires parasites (ECP) et les effluents produits par les activités raccordées (agricoles, artisanales, commerciales ou industrielles) doivent également être inventoriés.

Le dossier de consultation doit préciser les caractéristiques de l'effluent à traiter en situation actuelle (c'est à dire lors de la réception de la station) et en situation prochaine (objectif prévisible assigné à l'agglomération ou au réseau).

2.2.1 *Origine des informations*

En principe, les caractéristiques des effluents servant au dimensionnement doivent, dans la mesure du possible, être déterminées à partir de résultats d'analyses en recherchant la semaine la plus chargée de l'année en temps sec.

Il convient de valider cette semaine (rejet des activités raccordées agricoles, artisanales, commerciales ou industrielles, événement exceptionnel, etc.). Le flux journalier de temps sec correspond au jour moyen de la semaine retenue la plus chargée en DBO₅.

Par exemple, à partir des résultats d'autosurveillance, d'Audit Technique des Collectivités (ATC) et du SATESE, on peut isoler les périodes de temps sec en superposant la pluviométrie et les débits (absence de pluie 3 jours avant les bilans).

Il ne s'agit pas de traiter une surcharge chronique, ce qui induirait un surdimensionnement général de la filière, mais une pointe journalière de charge qui n'arrive sur la station que pendant une courte durée et de façon épisodique.

On détermine également les ECP (période humide - situation de nappe haute) par exemple à partir des débits minimums nocturnes.

Dans le cas de variations saisonnières (tourisme, industrie), il peut exister deux capacités nominales correspondant à deux périodes de référence.

Lorsqu'un projet de construction ou de réhabilitation de station est prévu à terme il est intéressant auparavant de renforcer (ou mettre en place) l'autosurveillance afin de disposer d'une meilleure connaissance des caractéristiques des effluents à traiter (temps sec, temps de pluies, ECP). Cela est idéalement mis en place 2 à 3 ans avant la consultation des constructeurs afin de disposer d'un nombre d'analyse suffisant pour être représentatif.

Les résultats de mesures d'autosurveillance, de SATESE et de rejets des activités raccordées (agricoles, artisanales, commerciales ou industrielles) peuvent être joints au dossier de consultation.

En cas d'impact avéré des rejets d'eaux pluviales sur la qualité du milieu récepteur, une étude spécifique de temps de pluies peut être menée⁷.

Une étude peut être menée afin de connaître les débits et charges à traiter (temps sec, temps de pluies).

L'évaluation de la charge de pollution par temps sec nécessite au minimum une campagne de mesure pendant 7 jours consécutifs sans pluie.

A défaut, les paramètres nécessaires au dimensionnement sont :

- la charge et le volume moyen journalier (sur une semaine, sur un mois),
- la charge et le volume nominal et maximal (pendant 24h/48h),
- la charge et le débit en pointes horaires.

L'ensemble de ces débits et charges peuvent établir les bases d'une semaine-type : charge moyenne journalière de temps sec (5 jours/semaine), charge correspondant au temps de pluies (1 jour/semaine ou nombre de jours de pluies dans l'année divisé par 52), charge correspondant à la vidange de bassins d'orage sur 24 h (1 jour/semaine) qui peut être assimilée à la charge correspondante de temps de pluies.

Le jour moyen de cette semaine type ne correspond pas à la capacité nominale mais sert uniquement à évaluer les coûts de fonctionnement (aération, réactifs) et le dimensionnement de la filière de traitement des boues.

2.2.2 Débits

2.2.2.1 Débit de référence

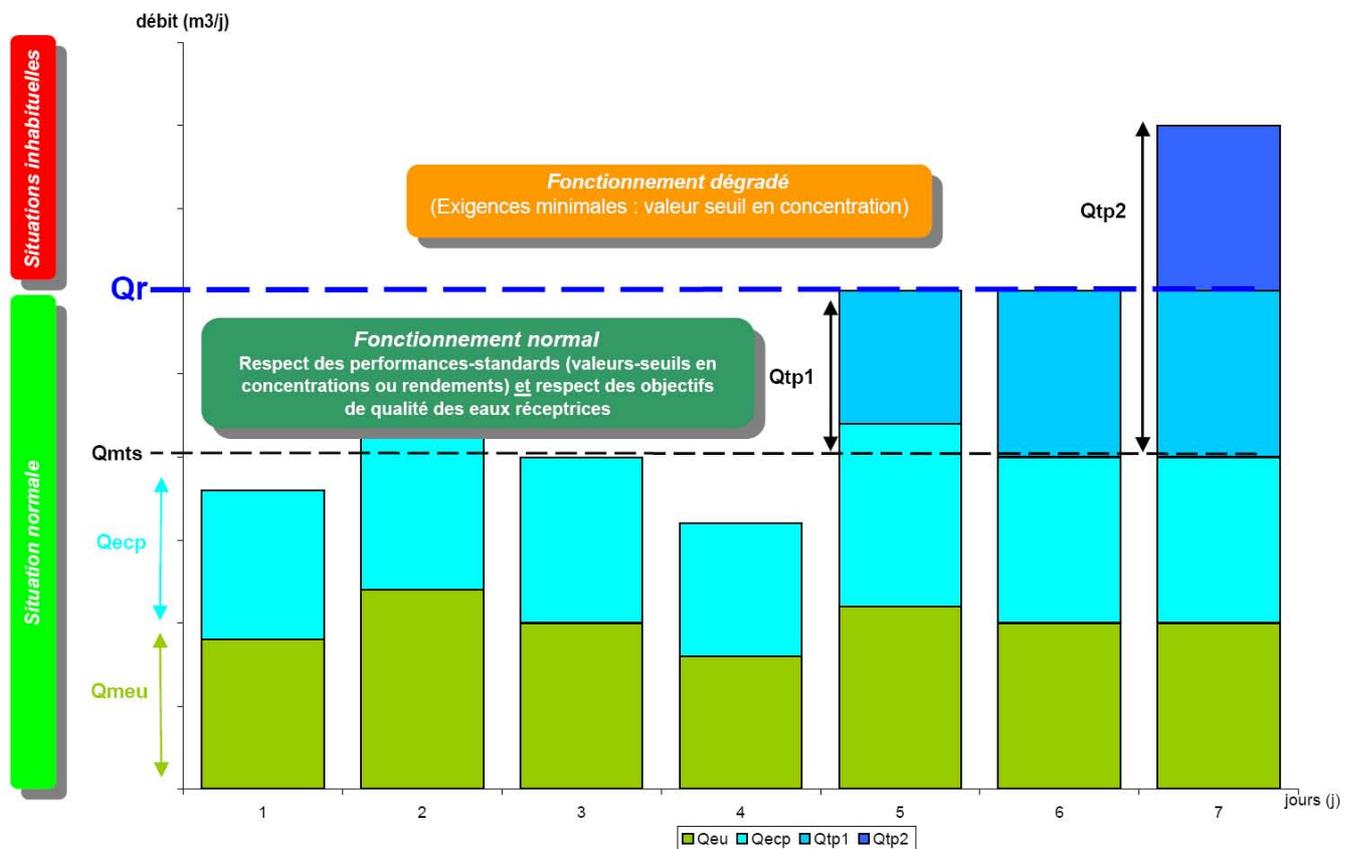
Le débit de référence est le débit [*journalier*] au-delà duquel les objectifs de traitement minimum de la station d'épuration ne peuvent être garantis et qui conduit à des rejets dans le milieu récepteur au niveau des déversoirs d'orage ou by-pass.

⁷ Voir sur ce sujet : "Comment évaluer les objectifs de réductions des flux polluants" (AERM/DIREN Lorraine - 01/04/1997)

Selon la nature du réseau d'assainissement (séparatif ou unitaire) et des contraintes de respect des objectifs de qualité, le débit de référence peut avoir plusieurs composantes :

- Q_{MEU} : débit moyen journalier d'eaux usées strictement domestiques⁸
- Q_{EI} : débit moyen journalier des effluents émis par les activités raccordées (agricoles, artisanales, commerciales ou industrielles)⁹
- Q_{ECP} : débit d'eaux claires parasites
- Q_{MTS} : débit moyen journalier de temps sec qui comprend les eaux usées (Q_{MEU}), les eaux claires parasites (Q_{ECP}) et les eaux usées rejetées par les activités raccordées (agricoles, artisanales, commerciales ou industrielles) (Q_{EI})
- Q_{TP1} : débit moyen journalier spécifique au temps de pluies retenu pour être traité avec les exigences nominales¹⁰
- Q_{TP2} : débit moyen journalier spécifique au temps de pluies correspondant à une situation inhabituelle

Le schéma ci-dessous illustre le calcul du débit de référence sur une semaine-type et des exigences correspondantes :



Le débit de référence d'un réseau strictement séparatif correspond normalement à la somme du débit moyen journalier d'eaux usées strictement domestiques (Q_{MEU}) et du débit moyen journalier des effluents rejetés par les activités raccordées (agricoles, artisanales, commerciales ou industrielles) (Q_{EI}).

⁸ Ce débit doit être représentatif et tenir compte des variations hebdomadaires (semaine / week-end) et/ou saisonnières

⁹ L'ensemble des effluents industriels doit représenter moins de 25 % (en DBO5) de la capacité des ouvrages, au-delà une étude spécifique est obligatoire (article 1.1 de l'arrêté du 26 juin 1996)

¹⁰ Ce débit comprend la vidange sur 16 à 24 h de bassins d'orage prévus ou existants. Il peut également être défini en fonction des rejets par temps de pluie admissibles sur le milieu récepteur.

En raison du coût parfois élevé de l'élimination des eaux claires et de l'adaptation de certains procédés d'épuration à traiter des eaux usées peu concentrées, il est nécessaire d'étudier un projet d'assainissement en intégrant le fonctionnement du système d'assainissement dans sa globalité (collecte, transport et traitement) pour trouver le meilleur compromis technico-économique.

Le surcoût induit par le surdimensionnement hydraulique d'une station d'épuration peut parfois être largement compensé par des économies sur les travaux d'élimination des eaux claires lorsque leur présence ne compromet pas le bon fonctionnement du système de collecte (absence de déversements d'eaux usées en temps sec notamment).

Dans ce contexte, il convient de distinguer deux situations :

- La période de temps sec en période humide qualifiée de "nappe haute" où le bon fonctionnement de l'ouvrage d'épuration doit être garanti
- La période de temps sec en période sèche qualifiée de "nappe basse" où l'impact des rejets de temps de pluie sur le milieu naturel doit être compatible avec l'objectif de qualité

A chacune de ces situations correspond un débit d'eaux claires parasites évalué par des mesures, $Q_{ecp_{nh}}$ en période de nappe haute et $Q_{ecp_{nb}}$ en période de nappe basse.

Le tableau ci-dessous propose des méthodes de calcul des débits journaliers dans ces deux situations :

Situation	Nappe haute (nh)	Nappe basse (nb)
Objectif	Garantir le bon fonctionnement de l'ouvrage d'épuration	Limiter l'impact des rejets de temps de pluie sur le milieu naturel (exemple ¹¹ : 1 rang d'objectif de qualité de déclassement durant 10% du temps maxi. pour $Q_{MNA1/2}$)
Débit journalier	$Q_{MEU} + Q_{ECP_{nh}} (+ Q_{EI})$ ($Q_{ecp_{nh}}$ = débit journalier maxi. d'ECP acceptable en permanence sur l'ouvrage d'épuration)	$3 \times Q_{MEU} + Q_{ECP_{nb}} (+ Q_{EI})$ (valeur par défaut CCTG 81-titre 2) ou débit résultant d'une étude d'impact "temps de pluie"
Débit de référence	Maximum des 2 valeurs ci-dessus	

2.2.2.2 Débit horaire

Le débit horaire sert uniquement au dimensionnement de la station d'épuration et doit être indiqué dans le dossier de consultation.

Les débits de pointe horaire se déduisent des courbes d'enregistrements des débits en fonction du temps (pas de temps horaire).

A défaut de mesures, les débits horaires peuvent être calculés par les formules ci-dessous selon les situations de temps sec et, si le traitement des charges en temps de pluie s'impose, de temps de pluie ou de temps de vidange des bassins de pollution.

Le débit horaire à retenir pour le dimensionnement correspond au maximum des 3 valeurs dont le calcul est détaillé ci-dessous.

2.2.2.2.1 Débit horaire de temps sec

Le débit horaire de temps sec peut être calculé comme suit :

$$Q_{PTS} = Q_{PEU} + Q_{PEI} + Q_{ECP}$$

¹¹ D'après "Comment évaluer les objectifs de réductions des flux polluants" (AERM/DIREN Lorraine - 01/04/1997)

où :

- Q_{PTS} = Débit de pointe horaire d'eaux usées en temps sec
- Q_{PEI} = Débit de pointe horaire d'eaux usées rejetées par les activités raccordées (agricoles, artisanales, commerciales ou industrielles)
- Q_{ECP} = Débit horaire d'eaux claires parasites accepté sur la station d'épuration (débit journalier / 24)
- Q_{PEU} = Débit de pointe horaire d'eaux usées domestiques

$$Q_{PEU} = \frac{Q_{MEUj}}{6}$$

où :

- Q_{MEUj} = Débit moyen journalier d'eaux usées domestiques

2.2.2.2 Débit horaire de temps de pluie

Le débit horaire de temps de pluie peut être calculé comme suit :

$$Q_{PTP} = Q_{PTS} + \frac{Q_{pluie}}{8}$$

avec :

- Q_{PTP} = Débit de pointe horaire d'eaux usées en temps de pluie
- Q_{pluie} = Débit d'eaux pluviales en m³/j apporté lors d'un événement pluvieux (d'une durée-standard de 8 h) d'intensité connue qui correspond en général à une pluie de fréquence mensuelle (10 - 12 mm/jour).

2.2.2.3 Débit horaire de temps de vidange des bassins de pollution

Le débit horaire de temps de vidange des bassins de pollution peut être calculé comme suit :

$$Q_{PTVb} = Q_{PTS} + Q_{Vb}$$

avec :

- Q_{PTVb} = Débit de pointe horaire d'eaux usées en temps de vidange des bassins de pollution
- Q_{PTS} = Débit de pointe horaire en temps sec
- Q_{Vb} = Débit horaire de vidange des bassins de pollution (en 16 à 24 h maximum)

Ou, en cas de régulation du débit de vidange des bassins de pollution

$$Q_{PTVb} = \frac{Q_{MTS} + V_b}{24}$$

avec :

- V_b = Volume des bassins de pollution
- Q_{MTS} = Débit moyen journalier d'eaux usées en temps sec

$$Q_{MTS} = Q_{MEUj} + Q_{MEIj} + Q_{ECPj}$$

avec :

- Q_{MEIj} = Débit moyen journalier d'eaux usées rejetées par les activités raccordées (agricoles, artisanales, commerciales ou industrielles)
- Q_{ECPj} = Débit journalier d'eaux claires parasites accepté sur la station d'épuration

2.2.2.3 Débit minimal "régulable"

Alors qu'il est important d'assurer de manière fiable la régulation du débit d'eaux usées admises sur l'ouvrage d'épuration notamment pour les procédés inadaptés à des charges hydrauliques élevées, la régulation fiable de faibles débits s'avère très délicate.

En cas d'alimentation gravitaire, le débit minimal horaire "régulable" efficacement avec les dispositifs proposés dans les différentes fiches-procédés du présent document est d'environ 9 m³/h, soit 216 m³/j.

En cas d'alimentation sous pression, le débit minimal horaire "régulable" efficacement (temps de fonctionnement maximal des pompes réparti équitablement en 6 plages par heure - fonctionnement commandé par une horloge horaire insérée en série avec le flotteur de niveau bas régulant le pompage) est d'environ 12 m³/h.

2.2.3 *Charges polluantes*

2.2.3.1 Charges de temps de sec (en l'absence de mesure)

En l'absence de données de mesures, les charges de pollution domestique seront calculées à partir de ratios représentatifs du type de collectivité.

On peut retenir comme flux unitaires en milieu rural :

- **DBO5 40 à 50 grammes par jour et par habitant**
- **DCO 110 grammes par jour et par habitant**
- **MES 50 grammes par jour et par habitant pour un réseau séparatif
60 grammes par jour et par habitant pour un réseau unitaire**
- **N 11 grammes par jour et par habitant**
- **P 1,8 grammes par jour et par habitant**

Les caractéristiques particulières des eaux usées telles la présence de fosses septiques, la septicité générale liée à un temps de séjour important dans le réseau, la présence de rejets d'exploitations agricoles, doivent être signalées.

2.2.3.2 Charges de temps de pluies (en l'absence de mesure)

Les charges de pollution par temps de pluies sont difficiles à évaluer et à prévoir car elles sont différentes de celles observées par temps sec.

Les charges par temps de pluies dépendent :

- des conditions météorologiques (saison sèche ou humide, pluviométrie, intervalle de temps entre 2 pluies, etc.)
- du bassin versant (surface, coefficient d'imperméabilisation)
- des caractéristiques du réseau (unitaire ou séparatif, diamètre, longueur, pente, etc.)
- de la qualité du réseau (entretenu, fuyard, curé)
- des équipements spécifiques (déversoirs d'orage, existence de bassin(s) de pollution, forme et mode de fonctionnement)
- du mode de nettoyage des rues et caniveaux

Ainsi, la pollution par temps de pluies varie d'un site à l'autre, d'un événement à l'autre, au cours du même événement.

Dans le cas des petites collectivités, des ratios ou des méthodes simplifiées peuvent être utilisées pour appréhender la pollution par temps de pluies¹².

En l'absence de mesures, le fascicule 81 titre II du CCTG propose pour la situation de temps de pluies des valeurs par défaut du rapport entre les charges polluantes de temps sec et de temps de pluie (hors rejets industriels) :

- **1,5 pour la DCO et la DBO₅**
- **2 pour les MES**
- **1,2 pour N et P**

La charge de temps de pluies correspond à la pollution admise par la station d'épuration dans cette situation; le constructeur doit en déterminer l'impact sur la station d'épuration notamment l'abattement induit par le prétraitement.

L'impact du temps de pluies sur une station d'épuration se traduit par :

- une augmentation de la puissance des organes de pompage (conception),
- une augmentation de la production des refus de dégrillage et des sables à extraire (parfois très importante lors du rinçage du bassin de pollution).
- un accroissement de la demande en oxygène,
- un accroissement de la production de boues,
- une augmentation du taux de matières minérales,
- un accroissement du transfert de boues vers le décanteur,
- une diminution du temps de séjour dans les ouvrages,
- un accroissement du diamètre du clarificateur (conception),
- une diminution éventuelle de la température dans les bassins biologiques.

Conformément à la réglementation (arrêté du 13 décembre 1994 - chapitre 1, section 1 et recommandations du 12 mai 1995, paragraphe 2.1.2, page 8) c'est la collectivité qui décide de la part de temps de pluies qu'elle souhaite traiter sur l'ouvrage d'épuration, notamment au regard de l'impact sur le milieu récepteur.

2.2.3.3 Charges émises par les activités raccordées (agricoles, artisanales, commerciales ou industrielles)

Au préalable à tout raccordement ou lors des études préalables à un projet d'épuration, une enquête doit être menée auprès des activités raccordées (avec éventuellement des mesures) pour localiser les éventuels points de rejets, la nature des produits manipulés, le rythme d'activité, la quantité et nature de la pollution rejetée, leur variation en charge et débit, la fraction non dégradable (DCO et N réfractaires), etc.

Les débits et charges émises par les activités raccordées connues et traitables par un process biologique doivent être ajoutés aux charges retenues (sans les majorer par coefficient multiplicateur "temps de pluies").

Au stade de projet, il est nécessaire que les industriels souscrivent par écrit les flux à retenir (moyen - maximum) pour le dimensionnement de la station d'épuration. Avant construction et consultation des constructeurs, la collectivité devrait avoir conventionné les industriels.

¹² Si nécessaire des mesures spécifiques avec modélisation permettent de mieux appréhender les charges de temps de pluies. Les mesures peuvent se dérouler en période d'étiage (plusieurs semaines) afin de quantifier la fraction de pollution conservée par le réseau et mesurer l'impact sur le milieu de la fraction de pollution rejetée lors des événements pluvieux (5 à 10 événements environ).

DOMAINE D'APPLICATION

Conseillé 0 - 200 EH₅₀

Observé 0 - 200 EH₅₀

VOLET TECHNIQUE

1 PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

1.1 PRINCIPE

La fosse septique toutes eaux permet un **traitement préliminaire**.

Elle possède deux fonctions :

- La **fonction physique** à travers la rétention des matières solides. La séparation gravitaire des particules solides entre la flottation (formation d'un chapeau de graisses) et la sédimentation (formation d'un lit de boues) permet la restitution d'un effluent totalement liquide.

- La **fonction biologique** à travers la digestion anaérobie qui liquéfie des matières solides retenues dans la fosse avec une production de biogaz.

1.2 UTILISATION

La fosse "toutes eaux" ne peut en aucun cas être un traitement à elle seule, elle ne peut être utilisée qu'en tant que traitement primaire

2 CONCEPTION.

2.1 GENERALITES

Cet ouvrage correspond à un bon traitement primaire pour les filières sensibles au colmatage (notamment celles sur support fin).

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

2.2.1 Prétraitement

2.2.1.1 Dégrillage (Obligatoire pour les communes de plus de 200 EH - arrêté du 21 juin 1996 – article 22).

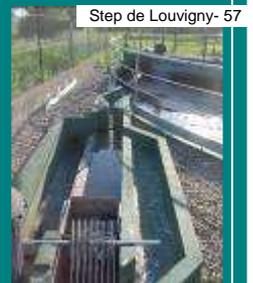
Il est habituellement constitué d'une grille statique associée à un canal de by-pass

En absence de dégrillage, les boues extraites devront être traitées comme des matières de vidange à traiter en station d'épuration.

2.2.1.2 Alimentation

Améliorations utiles

- Avec un réseau séparatif, aucune limitation de débit n'est nécessaire.
- Dans le cas d'un réseau unitaire, prévoir une infrastructure de limitation du débit, éventuellement accompagnée d'un dessableur statique
- Dans le cas d'une alimentation par poste, le débit de la pompe ne devra en aucun cas engendrer des vitesses ascensionnelles supérieures à 1,5 m/h.



2.2.2 Fosse "toutes eaux"

L'installation d'un déflecteur en entrée du dispositif est souhaitable pour assurer la tranquillisation de l'effluent mais aussi une paroi siphonoïde à la sortie pour éviter le départ de flottants.

Une évacuation des gaz de fermentation (digestion anaérobie) est nécessaire avec au besoin un extracteur mécanique localisé à une des deux extrémités du système de traitement pour décompresser l'ouvrage mais aussi pour éviter la corrosion des matériaux.

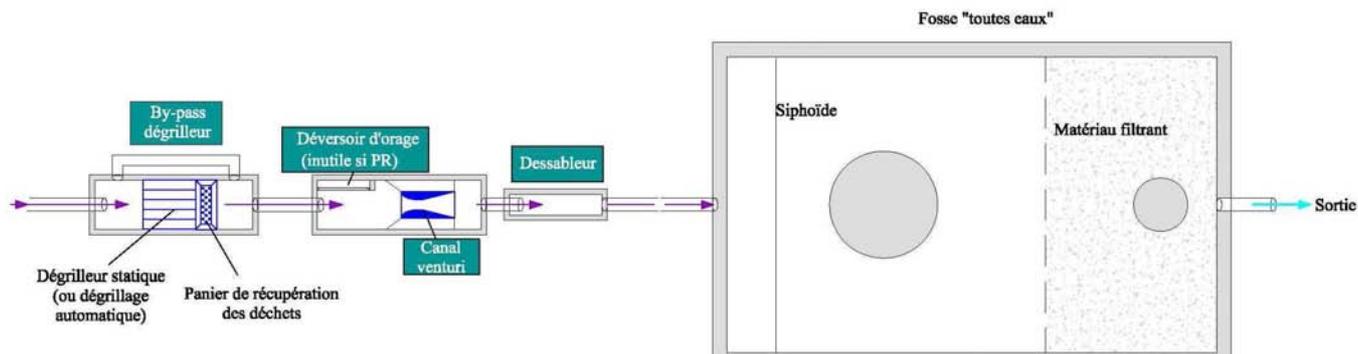
Le CEMAGREF préconise d'y associer un préfiltre en sortie afin de se prémunir d'un relargage de particules consécutif à un dysfonctionnement hydraulique.

Différence entre le décanteur-digesteur et la fosse "toutes eaux"

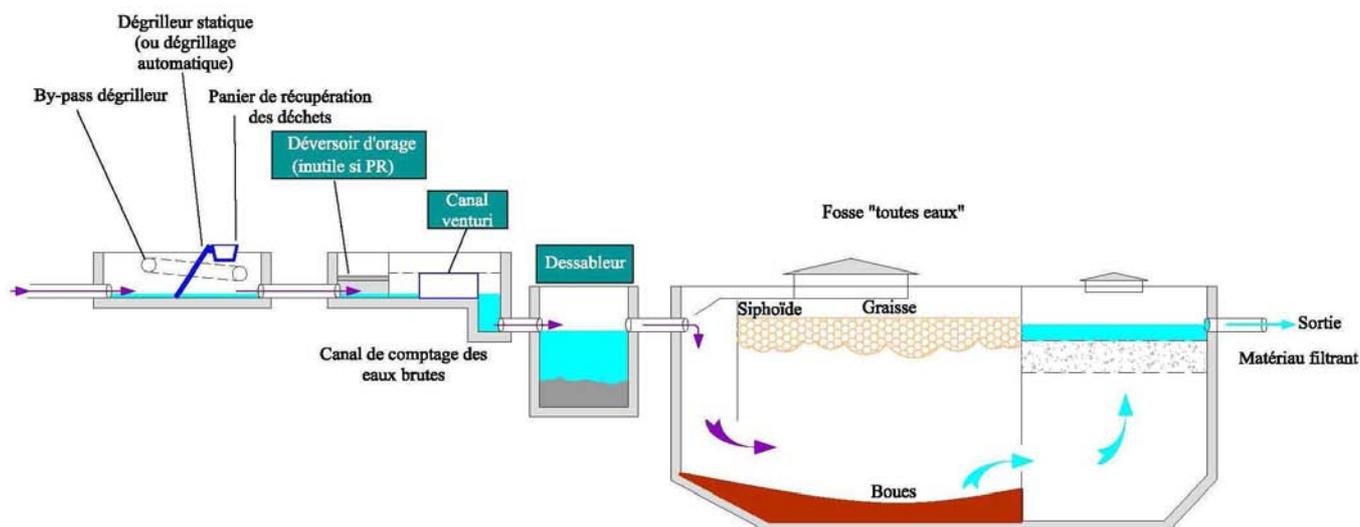
Il est rappelé que l'usage du décanteur-digesteur est fortement déconseillé pour les installations de moins de 30 EH et que la fosse "toutes eaux" est elle déconseillée pour une capacité supérieure à 200 EH

2.3 SCHÉMA SYNOPTIQUE

2.3.1 Vue de dessus



2.3.2 Vue en coupe



2.4 LES POINTS-CLE DU DIMENSIONNEMENT

Paramètres	Unité	Valeurs standard ⁽¹⁾	Valeurs préconisées ⁽²⁾
Vitesse ascensionnelle	$m^3/m^2 \cdot h^{-1}$	0,8	1,5
Temps de séjour	jour	2 à 3	2 à 3
Volume utile	l/EH_{60}	450	450
Surface utile	m^2/EH_{60}	0,225	0,225

⁽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
- Perte de qualité de l'effluent de sortie	- Fosse remplie	- Extraire les boues
- Présence de matières en suspension dans l'effluent de sortie	- Fosse remplie	- Curer l'installation plus fréquemment
	- Surcharge hydraulique	- Eliminer les eaux claires parasites
	- Courts-circuits hydrauliques	- Limiter efficacement le débit admissible
- Odeurs	- Ventilation inefficace	- Rétablir le circuit hydraulique d'origine
		- Installer une ventilation forcée plus performante - Installer des cartouches de charbon actif pour traiter l'air vicié
- Si la fosse est utilisée comme traitement primaire : enrobage du support bactérien de l'étage de traitement secondaire	- Dégraissage inefficace	- Déplacer ou allonger la cloison siphonide
	- Extractions des graisses trop espacées	- Vérifier les caractéristiques de l'influent (température, pH, etc.) - Augmenter la fréquence des extractions

3 CONDITIONS D'ADAPTATION DU PROCÉDE

Caractéristiques du réseau d'assainissement		
Type de réseau	séparatif	Oui
	unitaire	si la fosse est dimensionnée sur la base du débit de pointe de temps de pluie
Caractéristiques qualitatives et quantitatives de l'influent		
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	60 500
	DCO	150 1000
	MES	60 500
	NK	15 100
	PT	2,5 15
Taux de dilution admissible permanent (%)	minimal	0 %
	maximal	200 % (sous réserve de capacité hydraulique suffisante)

Caractéristiques du site d'implantation	
Contrainte d'emprise foncière	10 à 50 m ²
Procédé adapté à un site sensible aux nuisances olfactives	Médiocre
Procédé adapté à un site sensible aux nuisances sonores	Oui
Procédé adapté à un site ayant une contrainte paysagère	Oui avec un ouvrage enterré, médiocre sinon
Portance du sol nécessaire	Forte génie civil
Caractéristiques qualitatives de l'eau traitée	
Efficacité de l'élimination de la pollution carbonée	Médiocre DBO ₅ : 30 % - 200-300 mg/l DCO : 30 % - 500-700 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution en matières en suspension	Acceptable 50 % - 200 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution azotée en NK	Nulle 0 % - 100 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution azotée en NGL	Nulle 0 % - 100 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution phosphorée	Nulle 0 % - 15 mg/l
Efficacité de l'élimination bactériologique (E. Coli)	Nulle 0 unités log

4 PERFORMANCES

Objectif (circulaire du 17/02/97) : D1

Source : Il n'a pas été possible de vérifier le fonctionnement des fosses toutes eaux, dans le cadre de cette étude, car ce procédé n'est qu'un traitement primaire

	RENDEMENT EPURATOIRE PAR PARAMETRE (%)					
	DBO ₅	DCO	MES	NK	NGL	PT
Valeurs annoncées¹	30	30	50	/	/	/
Valeurs observées²	/	/	/	/	/	/

	CONCENTRATION MINIMALE DE L'EAU TRAITEE PAR PARAMETRE (mg/l)					
	DBO ₅	DCO	MES	NK	NGL	PT
Valeurs annoncées¹	/	/	/	/	/	/
Valeurs observées²	/	/	/	/	/	/

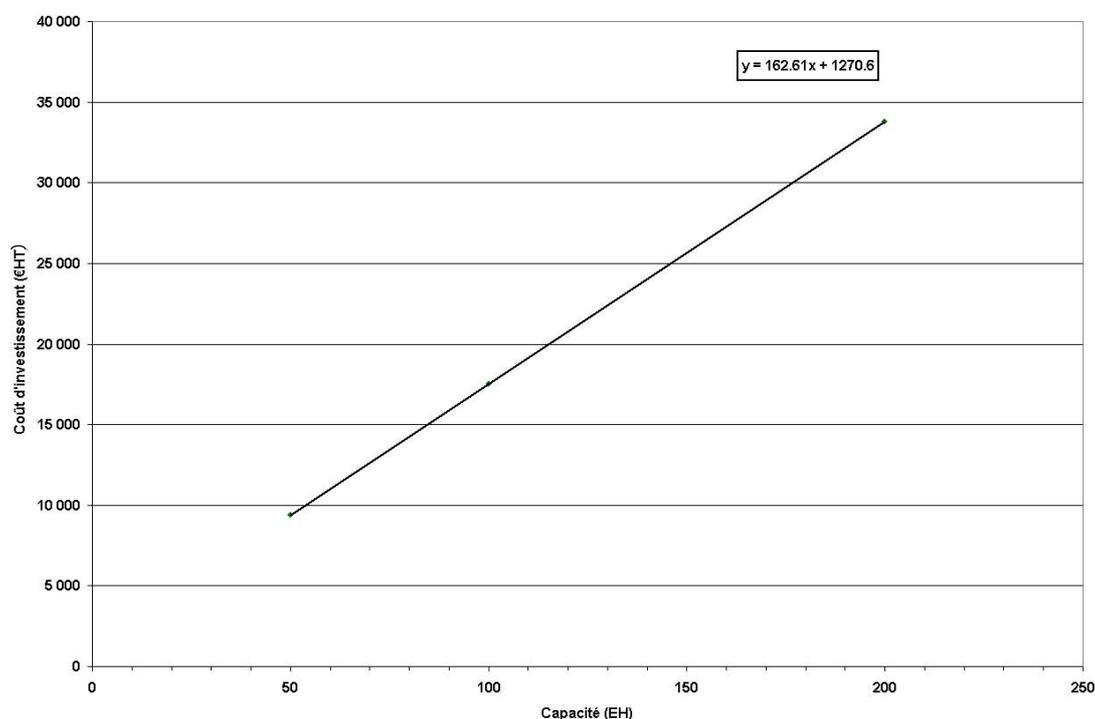
¹ Performances annoncées par les constructeurs ou mentionnées dans la bibliographie

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

VOLET FINANCIER

1 COUT D'INVESTISSEMENT

Source : CEMAGREF – Méthodologie et analyse des coûts d'investissement et d'exploitation par unité fonctionnelle (valeur 2006)



2 COÛT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL THEORIQUE

Source : Observations SATESE 57

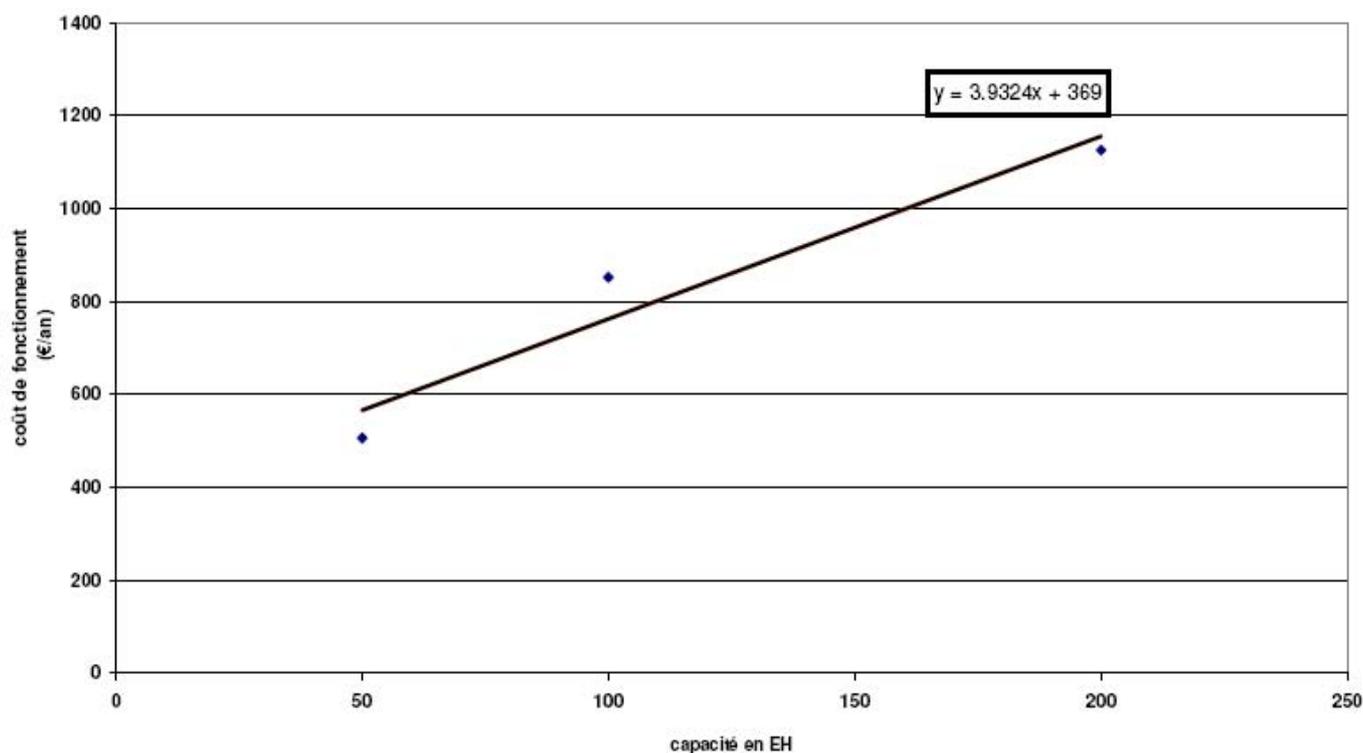
Hypothèses : - taux de charge 100 %
- prix hors frais d'achat de matériel au titre de l'entretien et du renouvellement

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	50			100			200			
		Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	
Fosse toutes eaux											
Elimination des flottants	18	1 fois / sem	0.20	187	1 fois / sem	0.25	234	1 fois / sem	0.25	234	
Décohésion du chapeau	18	1 fois/sem	0.06	56	1 fois/sem	0.08	75	1 fois/sem	0.10	94	
Divers											
Entretien des abords	18	8 fois /an	1.00	144	8 fois /an	2.00	288	8 fois /an	2.50	360	
Imprévus - gros entretien											
	18	1 x / an	4.00	72	1 x / an	8.00	144	1 x / an	12.00	216	
total personnel				459			741			904	
Opération	Coût €/kW/h	Fréquence	conso	Coût annuel	Fréquence	conso	Coût annuel	Fréquence	conso	Coût annuel	
électricité process	0,09		100	9		400	36		800	72	
Opération	Coût €/m³	Fréquence	volume	Coût annuel	Fréquence	volume	Coût annuel	Fréquence	volume	Coût annuel	
extraction + épandage boues	15	1 x / an	2.5	38	1 x / an	5	75	1 x / an	10	150	
total fonctionnement (€)				506				852			1 126
total fonctionnement / EH (€/EH)				10.1				8.5			5.6

2.2 GRAPHIQUE COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL



SYNTHESE

AVANTAGES	INCONVENIENTS
Fréquence de vidange des boues espacée	Effluent septique (risque de perturbation du traitement biologique secondaire)
Procédé de traitement discret (ouvrages enterrés)	Boues non recyclables en agriculture
Exploitation aisée	Distribution de l'effluent après le traitement primaire enterrée
Limite le colmatage de la filière aval par rétention des matières solides	Risque d'odeurs

DOMAINE D'APPLICATION

Conseillé 30 - 1000 EH₅₀

Observé 30 - 500 EH₅₀

VOLET TECHNIQUE

1 PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

1.1 PRINCIPE

Le décanteur digesteur assure, dans deux compartiments séparés, la **décantation** des matières en suspension et la **digestion** anaérobie de la fraction organique des boues décantées.

La digestion (ou fermentation) est plus ou moins avancée selon le temps de séjour des particules solides décantées.

Il existe des décanteurs horizontaux et des décanteurs verticaux.

1.2 UTILISATION

Cette filière peut être une filière complète de traitement si le niveau de rejet requis est D1 (avec un dégrillage et un dessablage en amont) mais il peut aussi correspondre à un traitement primaire (notamment pour les filières à culture fixée sur supports fins).

2 CONCEPTION.

2.1 GENERALITES

Cet ouvrage correspond surtout à un bon traitement primaire pour les filières sensibles au colmatage à l'aval (notamment celles sur support fin).

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

2.2.1 Prétraitement.

2.2.1.1 [Dégrillage \(Obligatoire pour les communes de plus de 200 EH - arrêté du 21 juin 1996 – article 22\).](#)

Il est habituellement constitué d'une grille statique associée à un canal de by-pass.



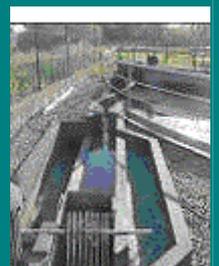
Peut être aussi aménagé avec un système mécanique auquel on adjoint un compacteur; cela limite les contraintes d'exploitation, réduit les nuisances et préserve la propreté.

2.2.1.2 [Dessablage – Canal de mesures – Déversoir d'orage](#)

Améliorations utiles

Pour ne pas gêner son fonctionnement, le décanteur-digesteur ne doit pas recueillir de sable. Il est donc conseillé d'installer l'infrastructure suivante :

- Ouvrage longitudinal combiné, installé à l'aval du dégrillage, constitué, pour le cas d'un réseau unitaire et alimentation gravitaire, d'un réservoir à sable, d'un canal venturi calibré au débit maximal admissible et d'une lame déversante exutoire
- En présence d'un refoulement, avec débit de pompe calibré, la fonction déversoir sera supprimée. Avec un réseau séparatif, seul le canal de comptage sera conservé



2.2.2 Décanteur - Digesteur.

Une nette séparation physique (paroi) entre la zone de décantation et la zone de digestion anaérobie est indispensable.



Il est recommandé d'ajouter un système d'écumage manuel et d'extraction des flottants.

Les matériaux utilisés doivent résister à la corrosion générée par la septicité.

Il est nécessaire d'avoir une bonne accessibilité à l'ouvrage pour le curage.

L'installation d'un système de reprise des boues doit être prévue en fond de trémie.

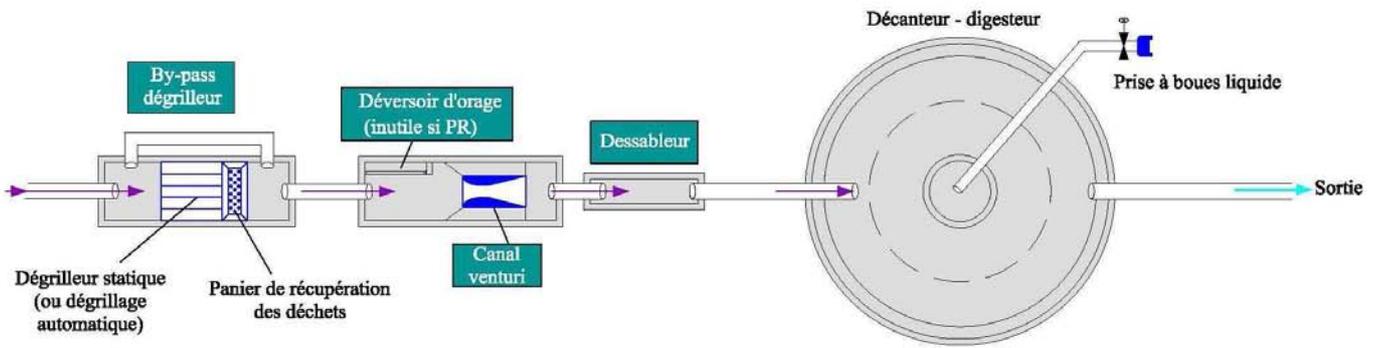
La vidange est à réaliser 2 fois par an (dès que le compartiment de digestion est rempli aux 2/3). **Ne jamais vidanger complètement l'ouvrage** (laisser un talon de boues digérées d'environ 10%).

Une ventilation doit être prévue pour éviter la formation d'H₂S et limiter les odeurs.

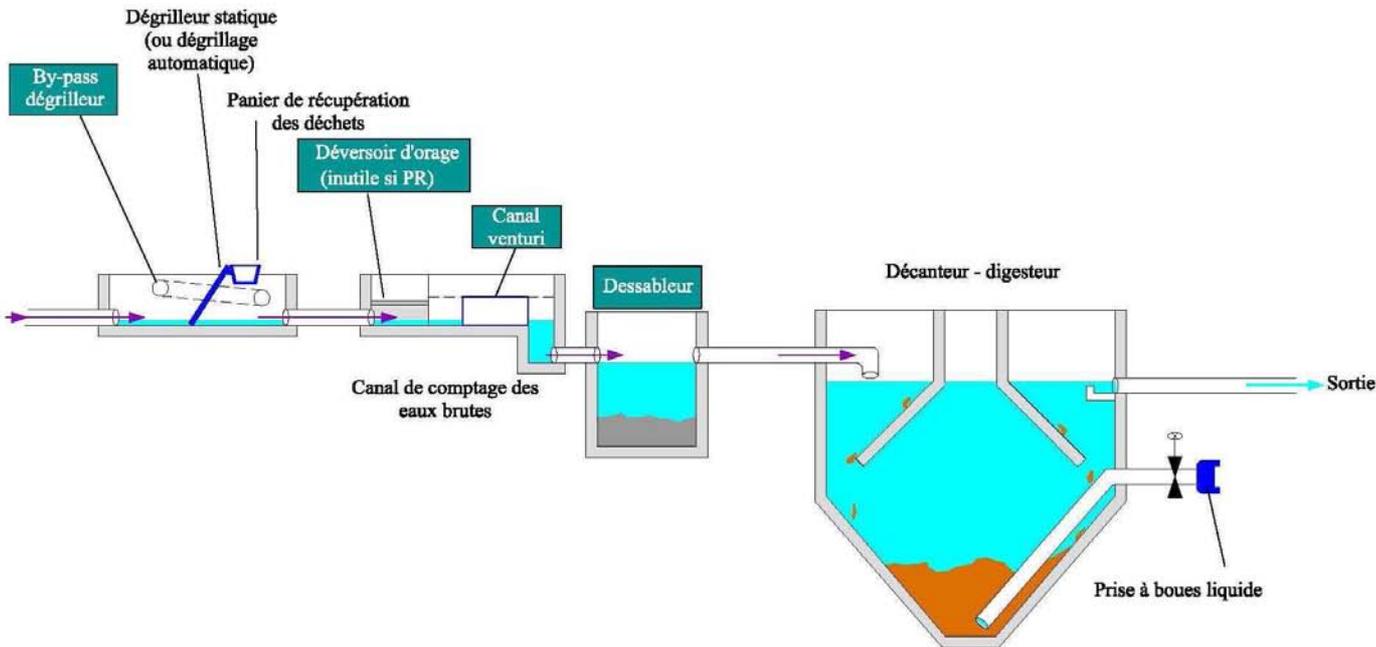
Pour les décanteurs horizontaux, le manque de séparation entre la zone de décantation et la zone digestion limite l'efficacité avec un effluent de sortie plus septique.

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 (rétention efficace + colmatage normal)	3
Décanteur-digesteur			
Vitesse ascensionnelle de décantation	m/h	1 à 1,5	1 à 1,5
Temps de séjour maximal	h	1,5 à 2	1,5 à 2
Volume utile du décanteur	I/EH	20 à 45	45
Pente du décanteur	°	>55	> 55
Volume du digesteur	I/EH	10 à 150	150
Pente du digesteur	°	30	/

⁽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
- Perte de qualité de l'effluent de sortie	- Digesteur rempli	- Extraire les boues
- Présence de matières en suspension dans l'effluent de sortie	- Digesteur rempli	- Curer l'installation plus fréquemment
	- Surcharge hydraulique	- Eliminer les eaux claires parasites
	- Courts-circuits hydrauliques	- Limiter efficacement le débit admissible
- Odeurs	- Ventilation inefficace	- Rétablir le circuit hydraulique d'origine
- Enrobage du support à l'aval (si le décanteur digesteur est utilisé en tant que traitement primaire)	- Dégraissage inefficace	- Installer une ventilation forcée plus performante
		- Installer des cartouches de charbon actif pour traiter l'air vicié
	- Extractions des graisses trop espacées	- Déplacer ou allonger la cloison siphonée
		- Vérifier les caractéristiques de l'effluent d'entrée (température, pH, etc.)
		- Augmenter la fréquence des extractions

3 CONDITIONS D'ADAPTATION DU PROCÉDE

<i>Caractéristiques du réseau d'assainissement</i>			
Type de réseau	séparatif	Oui	
	unitaire	si le décanteur est dimensionné sur la base du débit de pointe de temps de pluie	
<i>Caractéristiques qualitatives et quantitatives de l'influent</i>			
Nature	domestique	Oui	
	non domestique	Non (solubilisation à pH faible ou température élevée)	
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		Oui	
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	200 % (sous réserve de capacité hydraulique suffisante)	
<i>Caractéristiques du site d'implantation</i>			
Contrainte d'emprise foncière		0,01 à 0,05 m ² /EH ₆₀	
Procédé adapté à un site sensible aux nuisances olfactives		Médiocre (amoindri avec un ouvrage couvert)	
Procédé adapté à un site sensible aux nuisances sonores		Oui	
Procédé adapté à un site ayant une contrainte paysagère		Oui avec un ouvrage enterré, médiocre sinon	
Portance du sol nécessaire		Forte génie civil	
<i>Caractéristiques qualitatives de l'eau traitée</i>			
Efficacité de l'élimination de la pollution carbonée		Médiocre DBO ₅ : 30 % - 200-300 mg/l DCO : 30 % - 500-700 mg/l	
Efficacité de l'élimination de la pollution en matières en suspension		Acceptable 50 % - 200 mg/l	
Efficacité de l'élimination de la pollution azotée en NK		Nulle 0 % - 100 mg/l	
Efficacité de l'élimination de la pollution azotée en NGL		Nulle 0 % - 100 mg/l	
Efficacité de l'élimination de la pollution phosphorée		Nulle 0 % - 15 mg/l	
Efficacité de l'élimination bactériologique (E. Coli)		Nulle 0 unités log	

4 PERFORMANCES

Objectif (circulaire du 17/02/97) : D1

Source : Pour vérifier le fonctionnement des décanteurs-digesteurs, il a été décidé de ne prendre en compte que les stations construites après 1990. Une seule installation est dans ce cas. Par contre, aucune donnée chiffrée (débit, charges, concentrations) n'a pu être fournie pour cette station. Il n'est donc, dans l'état, pas possible de valider les objectifs en rendements. Cela étant, d'autres installations plus anciennes ont fait l'objet de nombreux contrôles avec les résultats suivants :

	RENDEMENT EPURATOIRE PAR PARAMETRE (%)					
	DBO ₅	DCO	MES	NK	NGL	PT
Valeurs annoncées ¹	30	30	50	/	/	/
Valeurs observées ²	30	30	50	0	0	0

	CONCENTRATION MINIMALE DE L'EAU TRAITEE PAR PARAMETRE (mg/l)					
	DBO ₅	DCO	MES	NK	NGL	PT
Valeurs annoncées ¹	/	/	/	/	/	/
Valeurs observées ²	200-300	500-700	200	100	100	15

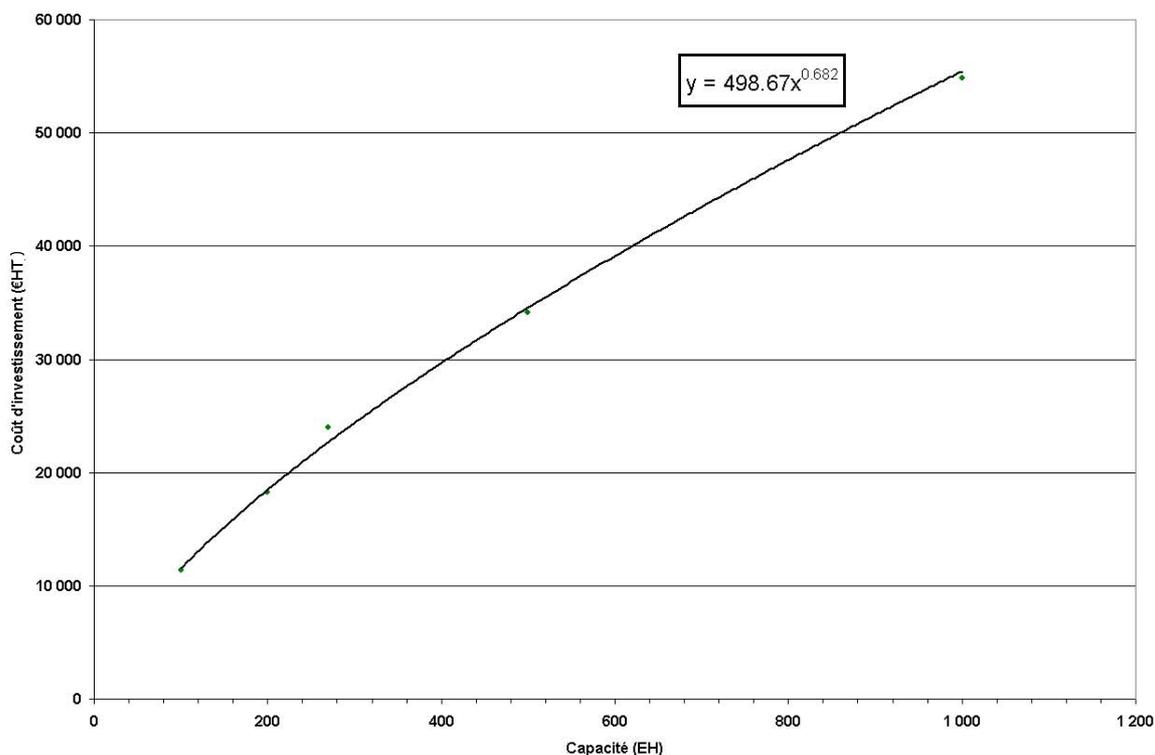
Le décanteur-digesteur n'assure aucun traitement de la pollution azotée, phosphorée et microbiologique. Il permet simplement une ammonification de l'azote organique.

VOLET FINANCIER

1 COUT D'INVESTISSEMENT

Source : 1 DGD d'une station d'épuration du bassin Rhin-Meuse et CEMAGREF (Méthodologie et analyse des coûts d'investissement et d'exploitation par unité fonctionnelle)

Hypothèses : - 10 % de frais divers inclus
- Valeur actualisée 2006



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

2 COÛT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL THEORIQUE

Source : Observations SATESE 57

Hypothèses : - taux de charge 100 %

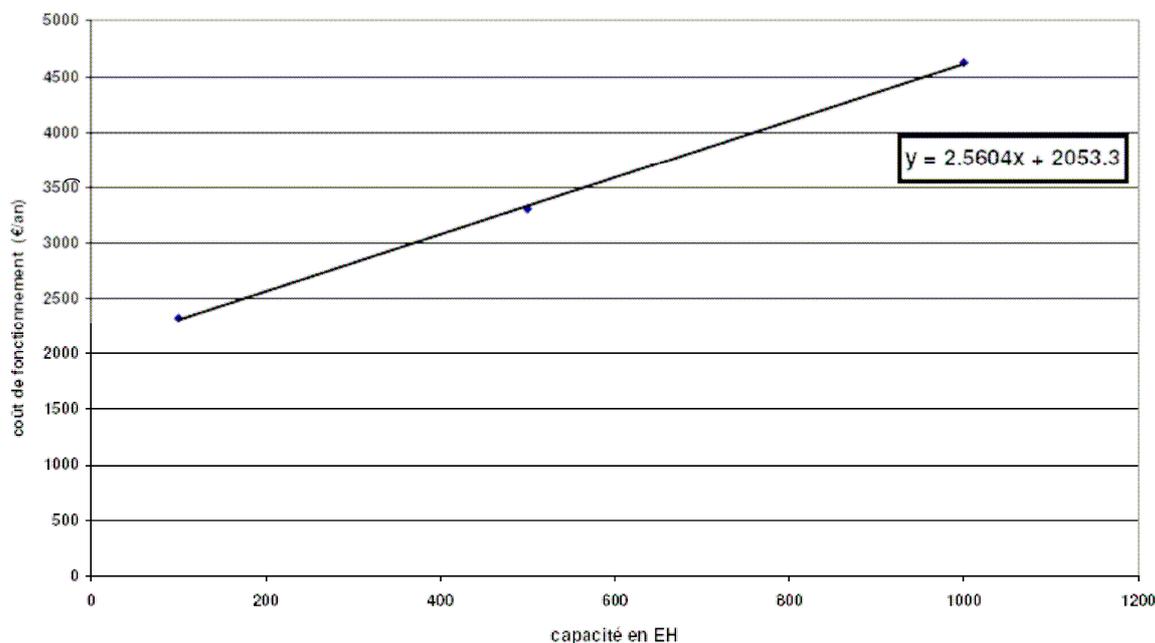
- prix hors frais d'achat de matériel au titre de l'entretien et du renouvellement

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

Capacité (EH)	100 EH				500 EH			1000 EH			
Opération	Coût horaire €/h	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	
Poste de relèvement											
Visite et entretien	18	1 fois / sem	0,25	234	1 fois/sem	0,25	234	1 fois/sem	0,25	234	
Prétraitements											
Dégrillage	18	2 fois / sem	0,17	318	2 fois / sem	0,17	318	2 fois / sem	0,17	318	
Dessablage	18	2 fois / sem	0,17	318	2 fois / sem	0,17	318	2 fois / sem	0,17	318	
Décanteur Digesteur											
Elimination des flottants	18	1 fois / sem	0,25	234	1 fois / sem	0,25	234	1 fois / sem	0,25	234	
Décohésion du chapeau	18	1 fois/sem	0,08	75	1 fois/sem	0,10	94	1 fois/sem	0,25	234	
Canal de sortie											
Nettoyage	18	1 fois/mois	0,25	54	1 fois/mois	0,25	54	1 fois/mois	0,25	54	
Divers											
Inspection générale	18	2 fois / sem	0,17	318	2 fois / sem	0,17	318	2 fois / sem	0,17	318	
Entretien des abords	18	8 fois / an	2,00	288	8 fois / an	3,00	432	8 fois / an	4,00	576	
Tenue du cahier de bord	18	1 fois /sem	0,17	156	1 fois /sem	0,17	156	1 fois /sem	0,17	156	
Imprévus - gros entretien											
	18	1 x / an	8,00	144	1 x / an	12,00	216	1 x / an	18,00	324	
total personnel				2 140			2 374			2 767	
Opération	Coût €/kW/h	Fréquence	conso	Coût annuel	Fréquence	conso	Coût annuel	Fréquence	conso	Coût annuel	
électricité process	0,09		400	36		2 000	180		4 000	360	
Opération	Coût €/m3	Fréquence	volum e	Coût annuel	Fréquence	volum e	Coût annuel	Fréquence	volum e	Coût annuel	
extraction + épandage boues	15	1 x / an	10	150	1 x / an	50	750	1 x / an	100	1 500	
total fonctionnement (€)				2 326				3 304	4 627		
total fonctionnement / EH (€/EH)				23,3				6,6	4,6		

2.2 GRAPHIQUE COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL



SYNTHESE

AVANTAGES	INCONVENIENTS
Absence de septicité de l'effluent traité	Efficacité limitée
Bonne stabilisation des boues	Peu adapté pour les surcharges hydrauliques
Exploitation aisée	Risque d'odeurs
Faibles coûts d'investissement et d'exploitation	Contrainte de génie civil en cas de faible portance du sol
	Grande hauteur donc inesthétique

DOMAINE D'APPLICATION

Conseillé 200 - 2000 EH₅₀

Observé 200 - 2000 EH₅₀

VOLET TECHNIQUE

1 PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

1.1 PRINCIPE

Procédé de traitement biologique aérobie à culture fixée.

Les micro-organismes se développent sur un matériau support régulièrement irrigué par l'effluent à traiter.

Cette filière consiste à alimenter en eau, préalablement décantée, un ouvrage contenant une masse de matériau (pouzzolane ou plastique) servant de support aux micro-organismes épurateurs qui y forment un film biologique responsable de l'assimilation de la pollution.

Le film biologique se décroche au fur et à mesure que l'eau percole.

En sortie du lit bactérien, est recueilli un mélange d'eau traitée et de biofilm.

Ce dernier est piégé au niveau d'un décanteur secondaire sous forme de boues et l'eau traitée rejoint le milieu naturel.

La recirculation des boues vers le décanteur-digesteur est essentielle.

Les eaux usées sont réparties sur la partie supérieure du lit dans la majorité des cas, au moyen d'un distributeur rotatif (sprinkler).

La satisfaction des besoins en oxygène est obtenue par voie naturelle ou par aération forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire aux bactéries aérobies pour les maintenir en bon état de fonctionnement.

Les matières polluantes sont assimilées par les micro-organismes formant le film biologique. Celui-ci est constitué de bactéries aérobies à la surface et de bactéries anaérobies en profondeur.

Les sous produits et le gaz carbonique normalement produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides ou gazeux.

Les boues excédentaires qui se décrochent naturellement du support sous l'effet de la charge hydraulique sont séparées par décantation secondaire.

Cette technique épuratoire repose sur la capacité des bactéries contenues dans les effluents à synthétiser et libérer des exopolymères visqueux (longs filaments polysaccharides appelés Glycocalix) lesquels assurent leur fixation sur un support inerte.

Les bactéries s'agglomèrent pour former un biofilm qui assure son développement à partir de l'effluent qui ruisselle à sa surface et de l'oxygène contenu dans l'air atmosphérique.

Le biofilm est composé essentiellement de bactéries mais accueille également d'autres organismes intégrés dans une chaîne alimentaire plus ou moins complexe (protozoaires, métazoaires, insectes,...)

Le biofilm est autorégulé grâce :

- au **décollement naturel** (l'absence d'oxygène en fond de floc provoque une fermentation anaérobie laquelle engendre la formation de microbulles et une fragilisation du biofilm lequel finit par se détacher et être entraîné avec l'effluent)
- aux frottements de l'eau sur sa surface
- à la **consommation du biofilm** par les macro-invertébrés (nématodes et larves d'insectes) ou les protozoaires



L'ensemble des micro-organismes (bactéries, vers, protozoaires, etc.) fixés sur le support est appelé Zooglycée.

A signaler

Une chute sensible des rendements dès que la température extérieure descend en dessous de 5°C.

1.2 UTILISATION

Cette filière de traitement était très prisée dans les années 60 et début des années 70. L'arrivée des filières à boues activées a considérablement freiné son développement.

2 CONCEPTION.

2.1 GENERALITES

Les lits bactériens sont une filière de traitement biologique aérobie à biomasse fixée.

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

2.2.1 Prétraitement.

2.2.1.1 Dégrillage (Obligatoire pour les communes de plus de 200 EH - arrêté du 21 juin 1996 – article 22).

Habituellement, il est constitué d'une grille statique associée à un canal de by-pass.



Peut être aménagé avec un système mécanique auquel on adjoint un compacteur ; cela limite les contraintes d'exploitation, réduit les nuisances et préserve la propreté.

Améliorations utiles

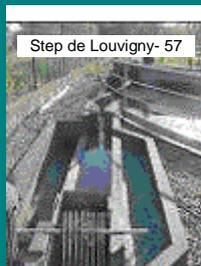
- Un by-pass de grille est indispensable.

2.2.1.2 Dessablage – Canal de mesures – Déversoir d'orage

Améliorations utiles

Il est conseillé d'installer l'infrastructure suivante :

- Ouvrage longitudinal combiné, installé à l'aval du dégrillage, constitué, pour le cas d'un réseau unitaire et alimentation gravitaire, d'un réservoir à sable, d'un canal venturi calibré au débit maximal admissible et d'une lame déversante exutoire
- En présence d'un refoulement, avec débit de pompe calibré, la fonction déversoir sera supprimée. Avec un réseau séparatif, seul le canal de comptage sera conservé



2.2.1.3 Décanteur - Digesteur.

Piège une fraction des matières en suspension afin de limiter le colmatage du matériau de remplissage du lit bactérien.



Actuellement, ce système est remis au goût du jour grâce à un coût énergétique faible et une exploitation facilitée, en tout cas nettement moins complexe qu'une boue activée classique.

Il limite ainsi l'accumulation de dépôts dans les ouvrages et assure la stabilisation des boues primaires piégées et des boues biologiques en excès.

Améliorations utiles

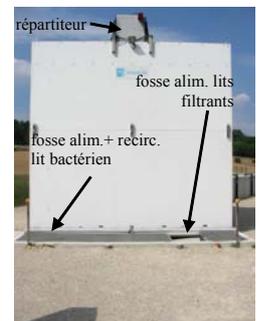
- Dans certains cas, quand cela est possible, l'alimentation en eaux usées par l'intermédiaire des cheminées de dégazage en améliore nettement l'efficacité.

2.2.2 Lit bactérien

2.2.2.1 Matériau

Le garnissage du lit bactérien peut être

- **plastique** disque, anneaux ou toutes formes en PVC ou PE. La surface développée est de 150 à 200 m²/m³ avec un indice de vide de 90 %.
- **traditionnel** : pouzzolane, cailloux (40 – 80 mm), briques creuses, terre cuite, gravier (80 - 120 mm) avec un indice de vide de 50 %



2.2.2.2 Aération

La surface des ouies d'aération situées à la base du lit doit représenter au minimum 5 % de la section transversale (ces ouies doivent pouvoir être obstruées l'hiver pour limiter l'impact du froid)

2.2.2.3 Répartition de l'effluent

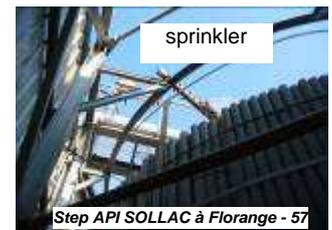
L'arrosage peut être effectué de manière :

- **statique** (goulotte, répartiteur,...) (peu conseillé)
- **dynamique** (sprinkler, pont baladeur)

Il doit permettre une répartition uniforme de l'effluent à traiter et éviter les cheminements préférentiels.

L'aspersion ne doit pas être trop fine car il a été montré que le risque de colmatage augmente avec la finesse d'aspersion.

Le sprinkler est le système d'aspersion le plus adapté et le plus répandu avec un débit suffisant pour lui communiquer un mouvement de rotation.



L'arrosage par goulotte fixe ou par coupelle est plus aléatoire. Les buses alimentées sous pression permettent une bonne répartition de l'effluent mais la force de curage reste faible.

2.2.2.4 Dimensionnement

Il existe des lits bactériens à faible, forte ou très forte charge. Le dimensionnement tient compte du type de matériau utilisé : traditionnel ou plastique.

a. Matériau traditionnel :

Le lit bactérien peut fonctionner à faible ou forte charge. L'aération est effectuée par tirage naturel ou forcé.

À forte charge, le débit d'alimentation assure l'autocurage du lit (charge hydraulique supérieure à $0,6 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$). Les performances de ce procédé approchent 80% d'élimination de la pollution carbonée.

À faible charge, la recirculation et la clarification ne sont pas nécessaires. Il n'y a pas d'autocurage du lit. Ce sont les prédateurs qui assurent la régulation de la biomasse fixée. Ainsi, le risque de colmatage de la filière est élevé. Cependant, les performances de ce procédé sont supérieures (jusqu'à 95% d'élimination de la pollution carbonée).

b. Matériau plastique :

Du fait du prix élevé du matériau, les lits fonctionnent toujours à très forte charge. Ainsi, la hauteur d'ouvrage est au moins de 4 mètres et peut même parfois atteindre 10 mètres. Ce type de matériau est moins sensible au colmatage mais la qualité du traitement est moindre également (70% d'élimination de la pollution carbonée).

Le retour d'expérience du Cemagref dans le Sud Ouest montre que le garnissage plastique ordonné (cloisonné, flocor) ou plastique vrac (Flocor R, Filerpac, Plasdek ordonné) ne donne pas satisfaction. Seul le garnissage en pouzzolane, cailloux, gravier permet d'obtenir des performances satisfaisantes du lit bactérien.



Il faut noter que plus la hauteur de matériau est grande, plus la nitrification sera importante.

2.2.3 Clarificateur

Cet ouvrage est nécessaire pour récupérer les boues qui se décrochent du lit par autocurage.

Dans le cas de lits bactériens à faible charge, il peut éventuellement être remplacé par une lagune de finition.

2.2.4 Recyclage - Recirculation

Il existe différents modes :

- le recyclage d'eau clarifiée à l'aval du décanteur primaire
- la recirculation depuis le fond du clarificateur (eaux + boues secondaires concentrées) à l'amont du décanteur primaire

Il faut donc ne pas oublier de dimensionner les ouvrages correspondants en fonction du débit de recyclage.

Le recyclage a plusieurs objectifs :

- diluer les eaux brutes dont la concentration est trop élevée pour assurer un traitement secondaire efficace,
- nitrifier (en augmentant le nombre de bactéries autotrophes),
- augmenter le rendement par des passages successifs dans le massif filtrant,
- dénitrifier si la recirculation aboutit au niveau des prétraitements,
- éviter la prolifération de mouches,
- éviter les périodes de non alimentation du lit lesquelles entraîneraient son dessèchement.

2.2.5 Autosurveillance

Améliorations utiles

Même si les stations de moins de 2000 EH sont peu 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.

2.2.6 Variantes

Ajout d'un bassin de contact

Il est possible d'ajouter un bassin de contact aéré à l'aval du lit bactérien dimensionné sur un temps de passage d'une heure.

Cela améliore la floculation de la biomasse et augmente les rendements en MES. En théorie, cela entraîne une réduction du volume du lit bactérien à construire.

Cependant, il n'y a pas assez de recul pour avoir une opinion sur cette variante.

L'expérience a montré que les procédés à cultures libres et à cultures fixées utilisées dans une même filière de traitement présentent un antagonisme certain.

Ajout d'un système à culture fixée sur support fin à l'aval du lit bactérien.

Cette variante permet d'améliorer la qualité du rejet et de réduire le volume du lit bactérien.

Ce complément de traitement permet de passer d'un niveau de rejet D2 à D4.

Au niveau coût, il est souvent plus avantageux d'ajouter ce système plutôt que de surdimensionner le lit bactérien.

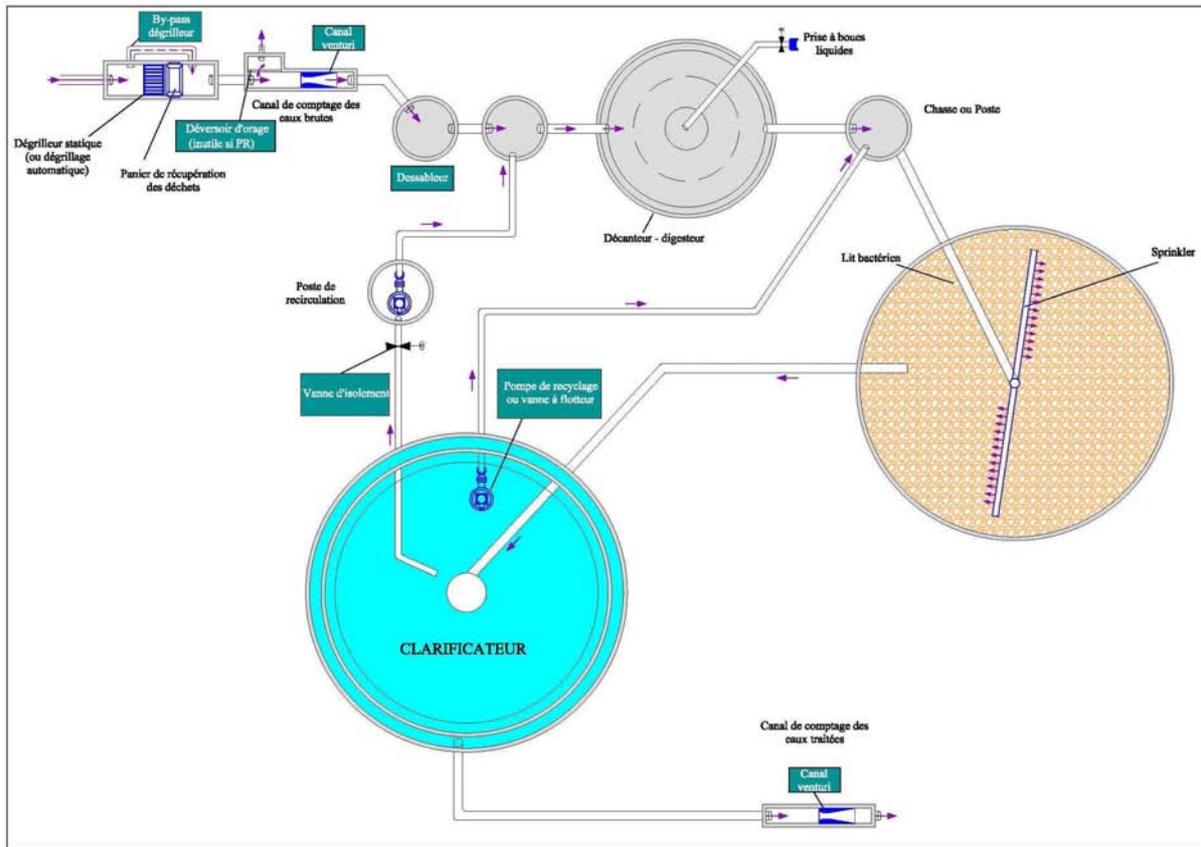
Le lit bactérien préfabriqué monobloc

Ce type d'installation intéresse vivement les petites collectivités. Par contre, le CEMAGREF a relevé de nombreux dysfonctionnements (mauvaise répartition de l'effluent brut, défaut d'aération).

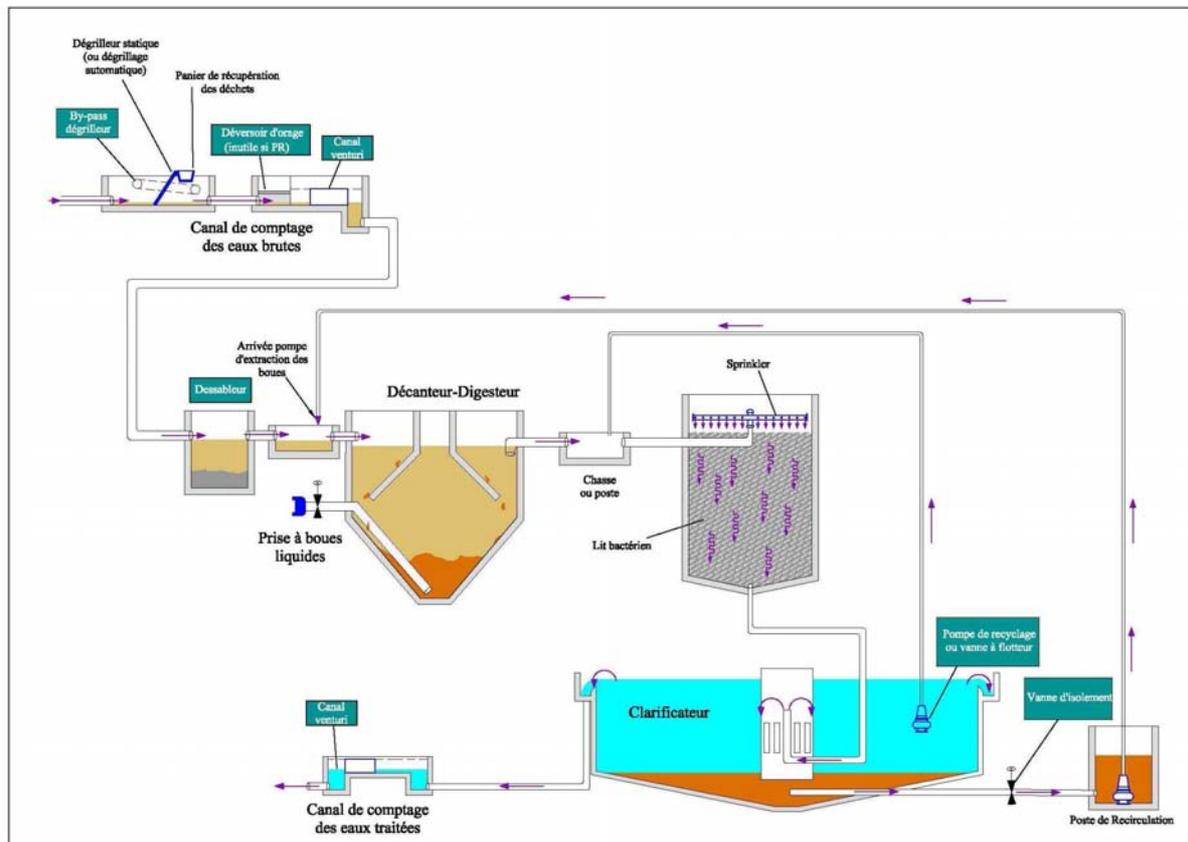
Il semble donc, qu'il faille être vigilant sur ce système et vérifier que les défauts constatés ont bien été corrigés.

2.3 SCHÉMA SYNOPTIQUE

2.3.1 Vue de dessus



2.3.2 Vue en coupe



2.4 LES POINTS-CLE DU DIMENSIONNEMENT

Paramètres	Unité	Valeurs standard ⁽¹⁾		Valeurs préconisées ⁽²⁾
Prétraitement				
Espacement barreaux dégrillage	cm	3		3
Décanteur-digesteur				
Vitesse ascensionnelle	m/h	1 à 1,5		1,5
Temps de séjour	h	1,5		/
Volume de digestion		1 à 1,5 x Vadmis		1,5 x Vadmis
Lit bactérien				
Hauteur de lit matériau traditionnel	m	2,5		2,5
Hauteur de lit matériau plastique	m	4		4
Charge organique				
Faible charge	kg DBO ₅ /m ³ /j	0,08 à 0,2		0,2
Forte charge	kg DBO ₅ /m ³ /j	0,7 à 0,8		0,7
Très forte charge	kg DBO ₅ /m ³ /j	1 à 5		1,1
Charge hydraulique				
Faible charge	m ³ /m ² /h	0,04 à 0,20		0,4
Forte charge	m ³ /m ² /h	0,6 à 1,6		1,05
Très forte charge	m ³ /m ² /h	1,5 à 3		1,05
Charge maximale	m ³ /m ² /j	40		25
Objectif de rejet	mg DBO ₅	≤ 35	≤ 25	≤ 30
Garnissage traditionnel				
Vitesse ascensionnelle	m/h	1,2	1,0	/
charge organique	kg DBO ₅ /m ³ /j	0,7	0,4	/
hauteur de matériau	m	2,5	2,5	/
charge hydraulique	m ³ /m ² /h	1,0	0,7	/
taux de recyclage	%	/	/	200
taux de recirculation	%	200	250	20
Garnissage plastique				
Vitesse ascensionnelle	m/h	1,2	1,0	
charge organique	kg DBO ₅ /m ³ /j	0,7	0,4	/
hauteur de matériau	m	4,0	5,0	/
charge hydraulique	m ³ /m ² /h	2,2	1,8	/
taux de recyclage	%	/	/	200
taux de recirculation	%	200	250	20
Clarificateur				
Vitesse ascensionnelle	m/h	1		1,4 si recyclage amont primaire, 1,0 si amont lit
Hauteur périphérique	m	2 (réseau séparatif) 2,5 (réseau unitaire)		2 (réseau séparatif) 2,5 (réseau unitaire)
Pente du radier (statique/raclé)	°	> 55 / < 5		> 55 / < 5

⁽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
- Odeurs	- Colmatage du massif	- Procéder au décolmatage du massif (arrosage, chloration ou salpêtre, piochage)
	- Aération insuffisante du massif	- Assurer une ventilation forcée si le tirage naturel est insuffisant
	- Surcharge organique	- Diluer l'effluent par recirculation d'eau traitée
	- Dysfonctionnement au niveau des ouvrages de prétraitement	
- Perte de qualité sur l'effluent traité avec présence de matières en suspension	- Dysfonctionnement au niveau des ouvrages de prétraitement	- Remettre à niveau les prétraitements, notamment dégrillage et dégraissage
	- Mauvaise rotation du sprinkler - Recyclage insuffisant	- Augmenter le recyclage
	- Surcharge hydraulique – Lessivage partiel du massif	- Limiter le débit admis en traitement - Rechercher l'existence d'eaux claires parasites (étude diagnostic simplifiée). Le cas échéant, réhabiliter le réseau ou assurer le traitement de l'ensemble du débit en couplant l'installation avec une autre, placée en parallèle
	- Production de boues plus importante au printemps – Variation saisonnière normale	- En cas d'existence de surcharge saisonnière, dimensionner l'installation sur le mois de pointe
	- Matériau filtrant trop fin - Dans le cas d'un support traditionnel, production de fines par désagrégation du matériau filtrant (frottement ou température élevée)	- Choisir un matériau plus grossier, adapté au volume disponible et à la charge appliquée
- Colmatage du support bactérien ou des systèmes de distribution	- Dysfonctionnement au niveau des ouvrages de prétraitements	- Remettre à niveau les prétraitements, notamment dégrillage et dégraissage
	- Défaut d'entretien du système de distribution	- Nettoyer régulièrement les systèmes de distribution
- Engorgement rapide du filtre en hiver n'entraînant pas de perte de qualité de l'effluent traité	- Effluent acide et fortement chargé - Explosion du développement de la population fongique	- Augmenter fortement la recirculation - Décolmater le film
- Gel en surface du lit	- Température de l'air et/ou de l'eau	- Diminuer autant que possible la recirculation, responsable de la chute de température - Racler les pellicules gelées en surface

Dysfonctionnement	Cause	Solution
- Formation de mousses en surface du lit	- Présence de détergents et effluent alcalin	- Arroser la surface du filtre à l'aide d'un fin film d'eau - Utiliser un anti-moussant, si nécessaire

3 CONDITIONS D'ADAPTATION DU PROCÉDE

Caractéristiques du réseau d'assainissement		
Type de réseau	séparatif	Oui
	unitaire	Oui avec une bonne limitation du débit pour respecter la vitesse ascensionnelle
Caractéristiques qualitatives et quantitatives de l'influent		
Nature	domestique	Oui
	non domestique	Non
Variation de débit supérieure à 300 % du débit moyen de temps sec		Débit d'alimentation limité à 1,05 m ³ /m ² /h
Variation de charge organique supérieure à 50 % de la charge organique nominale		résistant aux surcharges organiques passagères du fait qu'il existe une microflore affamée à la base du biofilm susceptible d'absorber le surplus passager de pollution
Concentrations limites (mg/l)		Minimum Maximum
DBO ₅		50 500
DCO		100 1000
MES		50 500
NK		10 100
PT		2 15
Taux de dilution admissible permanent (%)	minimal	100 %
	maximal	300 % (500 % sous réserve de capacité hydraulique suffisante)
Caractéristiques du site d'implantation		
Contrainte d'emprise foncière		1 à 5 m ² /EH ₆₀
Procédé adapté à un site sensible aux nuisances olfactives		Dépend du traitement primaire
Procédé adapté à un site sensible aux nuisances sonores		Oui
Procédé adapté à un site ayant une contrainte paysagère		Médiocre car ouvrage haut (2,5 m). Bonne si ouvrage enterré
Portance du sol nécessaire		Forte génie civil
Caractéristiques qualitatives de l'eau traitée *		
Efficacité de l'élimination de la pollution carbonée		Satisfaisante DBO ₅ : 90 % - 30 mg/l DCO : 80 % - 100 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution en matières en suspension		Bonne 90 % - 30 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution azotée en NK		Correcte 70 % - 15 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution azotée en NGL		Correcte 70 % - 15 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution phosphorée		Acceptable 50 % - 5 mg/l
Efficacité de l'élimination bactériologique (E. Coli)		Nulle (0 unité log)

* Ces chiffres correspondent aux bilans des lits bactériens ATI 2005

4 PERFORMANCES

Objectif (circulaire du 17/02/97) : D2 à 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. 40 bilans ont été exploités. Six bilans ont été retirés pour une charge hydraulique trop importante et un 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	/	/	50	/	/	/
Valeurs observées ²	70	60	65	35	30	15

	CONCENTRATION MINIMALES DE L'EAU TRAITEE PAR PARAMETRE (mg/l)					
	DBO ₅	DCO	MES	NK	NGL	PT
Valeurs annoncées ¹	35	125	30	/	/	/
Valeurs observées ²	60	190	75	40	45	8

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	57,8	190,7	73,5	53,0	39,0	0,59	5,2	43,7	8,0
Maximum	218,1	490,9	287,9	545	74	3	26	74,3	20
Minimum	3	9	1,7	0,2	1	0,1	0,05	12	1,6
Ecart type	64	144,3	75,4	101,6	20,4	0,75	7,2	17,6	4,4
IC 95 %	[24,4 - 91,3]	[115 - 266]	[34,1 - 112,8]	[0 - 113,9]	[28,4 - 49,7]	[0 - 1,2]	[1,1 - 9,4]	[34,5 - 52,9]	[5,5 - 10,5]

Rendement épuratoire (%)	DBO ₅ eb	DCO eb	MES	NH ₄	NK	NGL	Pt
Moyenne	71,7%	62,3%	66,2%	23,7%	35,8%	28,3%	16,7%
Minimum	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Maximum	98,0%	93,4%	99,0%	100,0%	97,3%	77,5%	64,2%
Ecart type	0,31	0,29	0,32	0,30	0,31	0,23	0,20
IC 95 %	[55,5 - 87,9]	[46,7 - 77,8]	[49,4 - 83]	[8 - 39,5]	[19,8 - 51,8]	[16,3 - 40,3]	[6,3 - 27,1]

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	55,2 (33,9)	187,3 (160)	71,8 (54,1)	62,0 (/)	39,2 (34,9)	0,6 (/)	6,2 (12,1)	44,7 (47,1)	8,1 (6,6)
Minimum	3	9	2	0,2	1	0,1	0,05	12	1,6
Maximum	218,2	490,9	287,9	545	74	3	26	74,3	15,9
Ecart type	64,2	143,0	75,9	118,2	21,1	0,9	7,9	17,4	3,9
IC 95 %	[17,5 - 93,]	[103 - 271]	[27,2 - 116,5]	[0 - 145,5]	[26,8 - 51,6]	[0 - 1,5]	[1,1 - 11,2]	[34,4 - 54,9]	[5,6 - 10,7]

Rendement épuratoire (%)	DBO ₅ eb	DCO eb	MES	NH ₄	NK	NGL	Pt
Moyenne	73,8 (89,4)	63,9 (79,2)	68,5% (84,3%)	28,6% (/)	39,5% (62)	30,1% (47,4)	15,8% (44,6)
Minimum	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	98	93,4	96,8	100	97,3	77,5	60,8
Ecart type	0,31	0,30	0,32	0,32	0,32	0,24	0,18
IC 95 %	[57,7 - 89,9]	[48,4 - 79,4]	[51,6 - 85,5]	[11,9 - 45,3]	[22,8 - 56,2]	[17,8 - 42,4]	[6,1 - 25,5]

(/) résultats de la station de Goncourt seule (Bilan SATESE + Etude de fonctionnement)

4.4 COMMENTAIRES

Les résultats obtenus, correspondant au suivi des sept ouvrages concernés par cette étude, que ce soit en terme de concentration ou de rendement, font apparaître une qualité d'épuration qui peut être qualifiée de médiocre. Il ne faut surtout pas en conclure que ce principe d'épuration est à remettre en question. En effet, dans le panel des stations étudiées, seule la station de Goncourt est conçue conformément à la filère-type "lit bactérien" ; cependant, elle ne possède ni prétraitement, ni clarificateur.

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

Dans le monde industriel, le traitement des effluents est fréquemment effectué par la technique du lit bactérien. Pour l'année 2005, les résultats des bilans (27 bilans étudiés) sont les suivants :

Concentrations eau traitée (mg/l)	DBO5eb	DCO eb	MES	NH4	NK	NO ₂	NO ₃	NGL	Pt
Moyenne	12,8	52	18,8	/	12,1	/	/	/	4,4
Maximum	3,8	23	5,3	/	1,9	/	/	/	0,85
Minimum	58	180	100	/	74	/	/	/	10,8
Ecart type	10,6	32,4	19,0	/	16,1	/	/	/	2,8
IC 95 %	[6,7 - 18,9]	[33,3 - 70,7]	[7,8 - 29,8]	/	[2,7 - 21,4]	/	/	/	[2,8 - 6,1]

Rendement épuratoire (%)	DBO ₅ eb	DCO eb	MES	NH4	NK	NGL	Pt
Moyenne	89,5%	82,9%	86,6%	/	77,3%	/	31,5%
Maximum	64,6%	50,9%	61,1%	/	28,2%	/	7,6%
Minimum	97,4%	92,5%	98,5%	/	97,2%	/	64,0%
Ecart type	0,08	0,11	0,10	/	0,20	/	0,17
IC 95 %	[84,8 - 94,1]	[76,8 - 89]	[80,8 - 82,4]	/	[65,6 - 89,0]	/	[20,7 - 42,4]

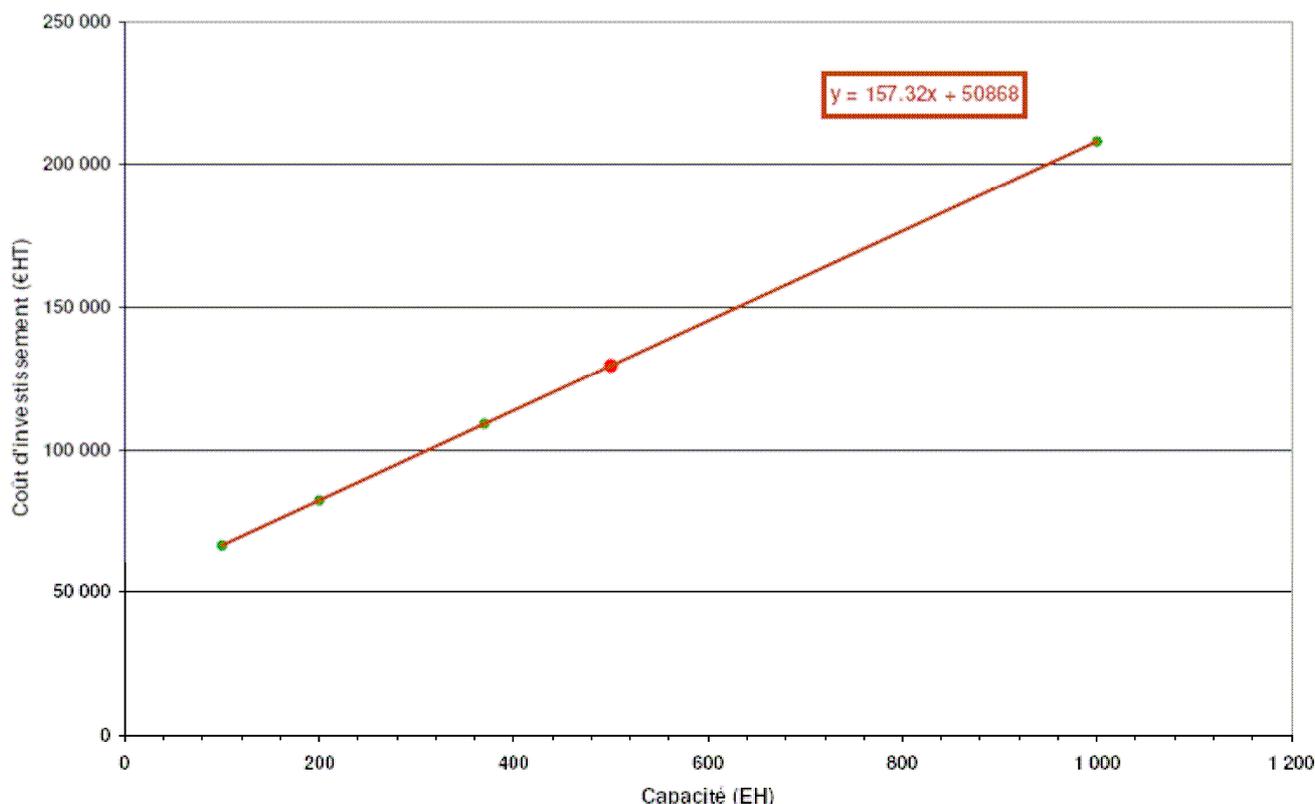
IC95 % : intervalle de confiance à 95 %

VOLET FINANCIER

1 COUT D'INVESTISSEMENT

Source : Marché de la station d'épuration de NAYEMONT-LES-FOSSES (symbole rouge) et CEMAGREF (Méthodologie et analyse des coûts d'investissement et d'exploitation par unité fonctionnelle)

Hypothèses : - 10 % de frais divers inclus
- Valeur actualisée 2006



2 COÛT DE FONCTIONNEMENT 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

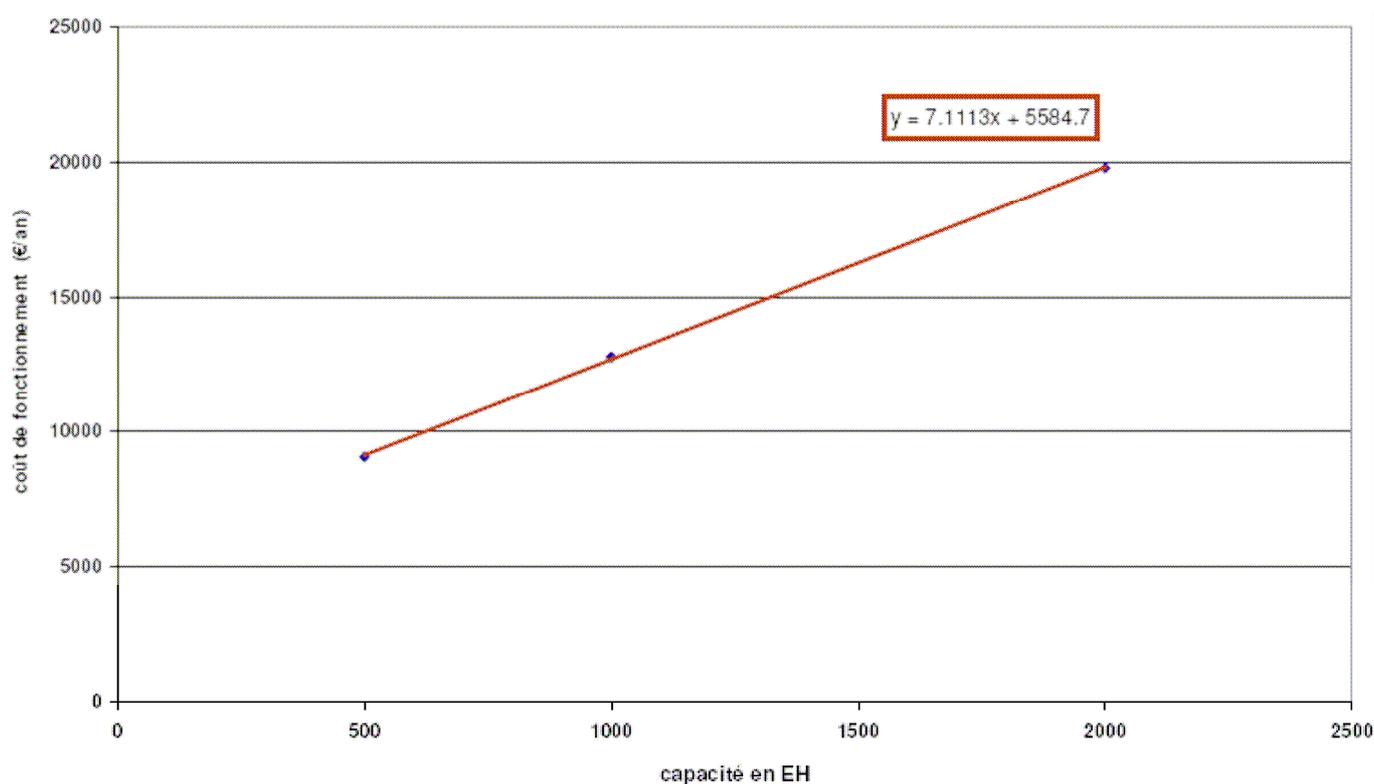
Le coût d'exploitation annuel théorique intègre les frais de main d'œuvre, les frais énergétiques liés au processus de traitement et les frais d'extraction et valorisation en agriculture des boues d'épuration liquides dans un rayon de 5 km autour de la station d'épuration. Ce coût ne comprend pas les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

2.1 DESCRIPTION DES OPERATIONS D'EXPLOITATION

Opération	Coût horaire €/h	500			1000			2000		
		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
batche	18	1 fois/mois	0,25	54	1 fois/mois	0,42	90	1 fois/mois	0,42	90
Prétraitements										
Dégrillage manuel	18	3 fois / sem	0,25	702	3 fois / sem	0,25	702	3 fois / sem	0,25	702
Décanteur-Digesteur										
Enlèvement des flottants	18	1 fois / sem	0,25	234	1 fois / sem	0,25	234	1 fois / sem	0,25	234
Décohésion du chapeau	18	1 fois / sem	0,08	75	1 fois / sem	0,10	93,6	1 fois / sem	0,25	234
Lit bactérien										

Capacité (EH)		500			1000			2000			
Opération	Coût horaire €/h	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	
Inspection	18	3 fois / sem	0,25	702	3 fois / sem	0,25	702	3 fois / sem	0,25	702	
Sprinkler	18	3 fois / sem	0,17	468	3 fois / sem	0,17	468	3 fois / sem	0,17	468	
Clarificateur											
Bassin et goulotte	18	1 fois / sem	0,50	468	1 fois / sem	0,50	468	1 fois / sem	0,50	468	
Clifford	18	1 fois / sem	0,17	156	1 fois / sem	0,17	156	1 fois / sem	0,17	156	
Pont racleur	18	2 fois / sem	0,17	312	2 fois / sem	0,17	312	2 fois / sem	0,17	312	
Recirculation (eau+boues)											
eau	18	1 fois / sem	0,25	234	1 fois / sem	0,25	234	1 fois / sem	0,25	234	
boue	18	1 fois / sem	0,17	156	1 fois / sem	0,17	156	1 fois / sem	0,17	156	
Divers											
Relevés des compteurs	18	1 fois / sem	0,17	156	1 fois / sem	0,17	156	1 fois / sem	0,17	156	
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	
Divers (transparence, etc...)	18	1 fois / sem	1,00	936	1 fois / sem	1,00	936	1 fois / sem	1,00	936	
Imprévus - gros entretien											
	18	1 x / an	16,00	288	1 x / an	24,00	432	1 x / an	30,00	540	
total personnel				5 853			6 340			6 876	
Opération	Coût €/kW/h	Fréquence	conso	Coût annuel	Fréquence	conso	Coût annuel	Fréquence	conso	Coût annuel	
électricité process	0,09		12 500	1 125		25 000	2 250		50 000	4 500	
Opération	Coût €/m3	Fréquence	volume	Coût annuel	Fréquence	volume	Coût annuel	Fréquence	volume	Coût annuel	
extraction + épandage boues	15	1 x / an	140	2 100	1 x / an	280	4 200	1 x / an	560	8 400	
total fonctionnement (€)				9 078				12 790			
total fonctionnement / EH (€/EH)				18,2				12,8			

2.2 GRAPHIQUE COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL



SYNTHESE

AVANTAGES	INCONVENIENTS
Consommation électrique faible (0,6 kWh/kg de DBO5 éliminé)	Sensibilité au froid et au colmatage
Exploitation simple	Abattement limité de l'azote et du phosphore
Boues en général bien digérées	Source de développement d'insectes
Bonne résistance aux surcharges organiques passagères	
Relative résistance aux surcharges hydrauliques passagères	

DOMAINE D'APPLICATION

Conseillé 300 - 2000 EH₅₀**Observé** 300 - 2000 EH₅₀

VOLET TECHNIQUE

1 PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

1.1 PRINCIPE

Procédé de traitement biologique aérobie à biomasse fixée.

Les supports de la microflore épuratrice sont des disques partiellement immergés dans l'effluent à traiter et animés d'un mouvement de rotation lequel assure à la fois le mélange et l'aération.

Les microorganismes se développent et forment un film biologique épurateur à la surface des disques. Les disques sont semi-immergés, leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée.

L'effluent est préalablement décanté pour éviter le colmatage du matériau support. Les boues qui se décrochent sont séparées de l'eau traitée par clarification.

L'unité de disques biologiques est constituée de disques en plastique rotatifs montés sur un arbre dans un bassin ouvert rempli d'eaux usées. Les disques tournent lentement dans le bassin et lorsqu'ils passent dans les eaux usées, les matières organiques sont absorbées par le biofilm fixé sur le disque rotatif. L'accumulation de matières biologiques sur les disques en augmente l'épaisseur et forme une couche de boues. Lorsque les disques passent à l'air libre, l'oxygène est absorbé, ce qui favorise la croissance de cette biomasse. Quand cette dernière est suffisamment épaisse (environ 5 mm) une certaine quantité se détache et se dépose au fond de l'unité.

L'alternance de phases de contact avec l'air et l'effluent à traiter, consécutive à la rotation du support permet l'oxygénation du système et le développement de la culture bactérienne.

Lors de la phase immergée, la biomasse absorbe la matière organique qu'elle dégrade par fermentation aérobie grâce à l'oxygène atmosphérique de la phase émergée.

Les matériaux utilisés sont de plus en plus légers (en général du polystyrène expansé) et la surface réelle développée de plus en plus grande (disque plat ou alvéolaire).

1.2 UTILISATION

Ce procédé a été pratiquement abandonné, en France, à partir de 1975 car il a connu de nombreuses défaillances mécaniques.

Par contre, cette technique épuratoire est souvent rencontrée dans d'autres pays (notamment germanique et scandinaves) où des aménagements concernant la robustesse et la fiabilité du matériel mécanique ainsi que l'arrivée de nouveaux supports avec une surface développée plus grande sont observés.



2 CONCEPTION.

2.1 GENERALITES

Les disques biologiques sont une filière de traitement biologique aérobie à biomasse fixée.

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

2.2.1 Prétraitement.

2.2.1.1 Dégrillage (Obligatoire pour les communes de plus de 200 EH - arrêté du 21 juin 1996 – article 22).

Habituellement, il est constitué d'une grille statique associée à un canal de by-pass.



Le dégrillage peut être aménagé avec un système mécanique auquel on adjoint un compacteur ; cela limite les contraintes d'exploitation, réduit les nuisances et préserve la propreté.

Améliorations utiles

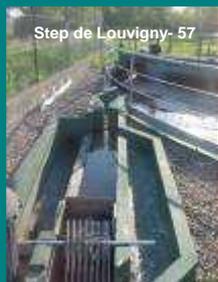
- Un by-pass de grille est indispensable.

2.2.1.2 Dessablage – Canal de mesures – Déversoir d'orage

Améliorations utiles

Il est conseillé d'installer l'infrastructure suivante :

- Ouvrage longitudinal combiné, installé à l'aval du dégrillage, constitué, pour le cas d'un réseau unitaire et alimentation gravitaire, d'un réservoir à sable, d'un canal venturi calibré au débit maximal admissible et d'une lame déversante exutoire.



- En présence d'un refoulement, avec débit de pompe calibré, la fonction déversoir sera supprimée. Avec un réseau séparatif, seul le canal de comptage sera conservé.

2.2.1.3 Décanteur - Digesteur.

Piège une fraction des matières en suspension pour éviter un éventuel colmatage des ouvrages à l'aval mais aussi pour réduire la charge polluante à traiter.



Il limite ainsi l'accumulation de dépôts dans les ouvrages et assure la stabilisation des boues primaires piégées et celle des boues biologiques en excès.

Améliorations utiles

- Dans certains cas, quand cela est possible, l'alimentation en eaux usées par l'intermédiaire des cheminées de dégazage en améliore nettement l'efficacité

Il est possible de remplacer le décanteur digesteur par une fosse "toutes eaux", cela étant, la septicité de l'effluent en sortie induit une augmentation de 20 % de la surface des disques.

A éviter

- Le remplacement du dégrilleur et du décanteur digesteur par un tamis rotatif est vivement déconseillé.

2.2.1.4 Lagune primaire

Dans le cas d'un réseau unitaire, il est possible de remplacer le décanteur digesteur par une lagune primaire (temps de séjour 6 à 10 jours).

2.2.2 Disques biologiques.



Il est nécessaire d'évaluer correctement le dimensionnement de la surface des disques pour assurer la pérennité du traitement.

Il est aussi important de s'assurer de la fiabilité mécanique de l'armature. Il est préférable de choisir des disques couverts (local ou capot) afin de protéger les supports des intempéries.

Une bonne aération de l'ouvrage est nécessaire pour éviter la corrosion des équipements.

Les disques (généralement en polystyrène) de 2 à 3 cm d'épaisseur et 2 à 3 mètres de diamètre sont montés en batterie de 20 à 40 unités espacées de 1 à 2 cm sur un arbre horizontal en rotation.

L'axe horizontal est, en général, entraîné par un moteur à démarrage progressif pour éviter les défaillances mécaniques après un arrêt prolongé.

Pour éviter au niveau de la flore bactérienne des désagréments dus au froid, il est nécessaire d'installer une protection à l'aide de panneaux. finition.

2.2.3 Recyclage - Recirculation

Il existe différents modes :

- le recyclage d'eau clarifiée à l'aval du décanteur primaire
- la recirculation depuis le fond du clarificateur (eaux + boues secondaires concentrées) à l'amont du décanteur primaire

Il faut donc ne pas oublier de dimensionner les ouvrages correspondants en fonction du débit de recyclage.

Le recyclage a plusieurs objectifs :

- **diluer** les eaux brutes dont la concentration est trop élevée pour assurer un traitement secondaire efficace,
- **nitrifier** (en augmentant le nombre de bactéries autotrophes),
- **augmenter** le **rendement** par des passages successifs dans le massif filtrant,
- **dénitrifier** si la recirculation aboutit au niveau des prétraitements,
- **éviter** la prolifération de **mouches**,
- **éviter** les périodes de **non alimentation** du lit lesquelles entraîneraient son dessèchement.

Les boues piégées au niveau du clarificateur sont recirculées en tête du décanteur ou de la lagune primaire.

Le taux de recirculation à appliquer doit être inférieur à 50% avec recyclage et 100% sans recyclage.

Améliorations utiles

- Une pompe de recyclage permet de recirculer une partie de l'effluent traité en tête des disques biologiques selon un taux conseillé entre 50 et 200 % en fonction de la dilution des eaux usées

2.2.4 Clarificateur

Il récupère les boues décrochées du support par auto-curage.

Il peut être remplacé par une lagune de finition.

2.2.5 Autosurveillance

Améliorations utiles

- Même si les stations de moins de 2000 EH sont peu 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.

2.2.6 Variantes observées

☞Lagune de décantation + disques biologiques + lagune de décantation

Cette variante peut être utilisée pour une eau non septique, par exemple avec un réseau unitaire ou très drainant. Le dimensionnement des disques biologiques, dans ce cas, doit être augmenté de 20 à 30 %.

☞Remplacement du décanteur primaire par un prétraitement poussé

Le prétraitement poussé peut être de type tamis dont l'inconvénient majeur est l'accumulation des dépôts dans les auges du disque.

Par expérience, cette solution est vivement déconseillée.

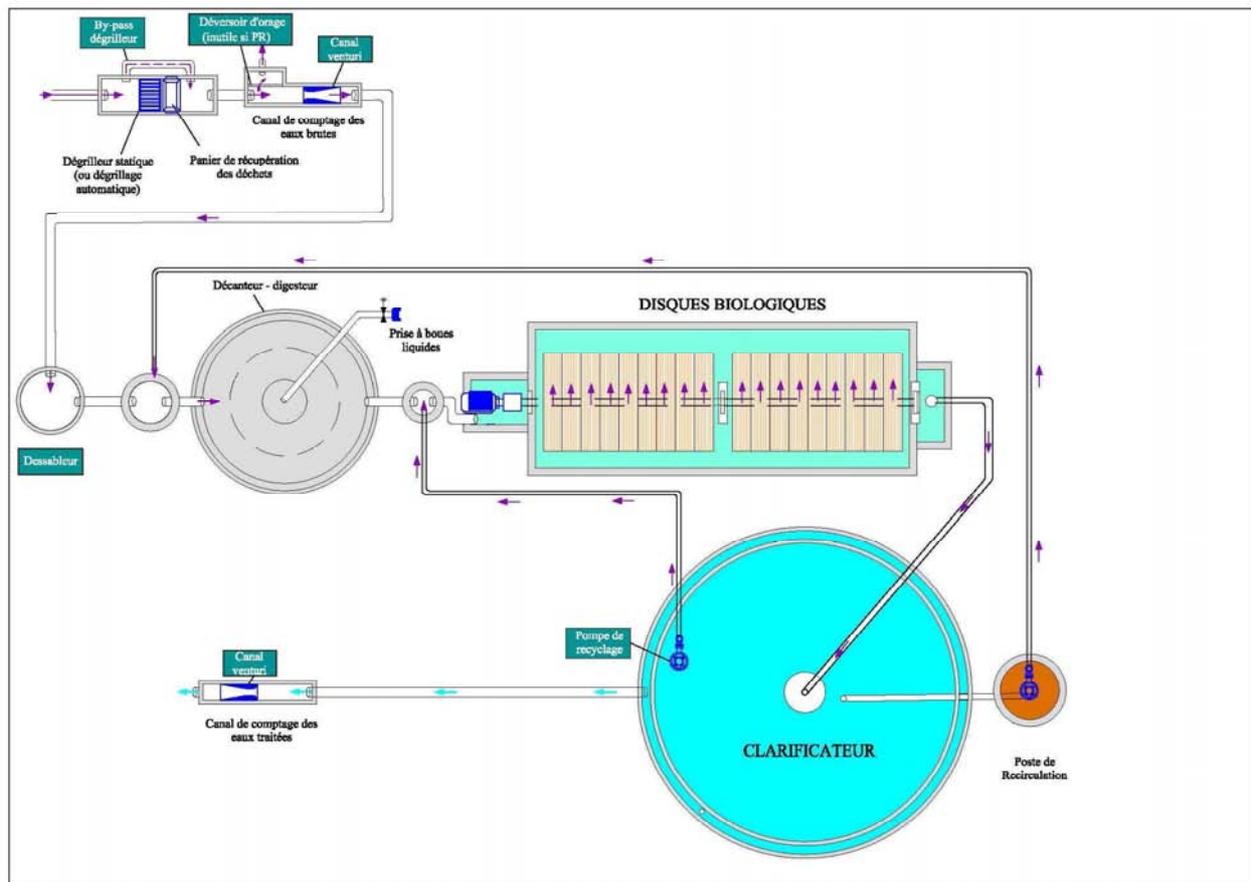
☞Disques biologiques totalement immergés

En cas d'immersion complète des disques biologiques, le biofilm est privé d'oxygène. Cela permet théoriquement de dénitrifier et d'abattre une partie de la pollution carbonée.

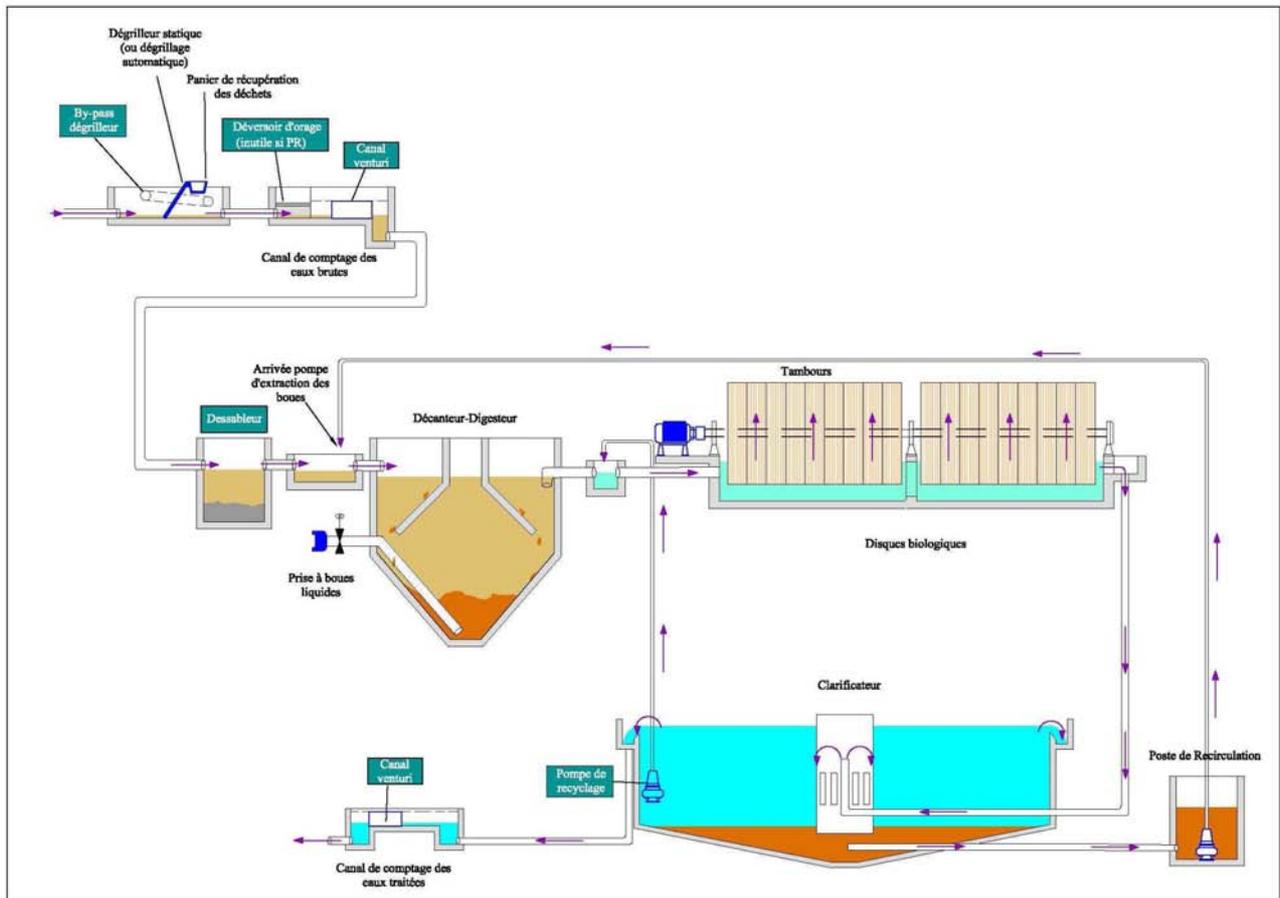
Dans ce cas de figure, l'eau épurée doit être recirculée à raison de 200 à 400 % du débit d'entrée. Une aération d'appoint par surpresseurs est indispensable.

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 (rétention efficace + colmatage normal)	3
Décanteur-digesteur			
Vitesse ascensionnelle	m/h	1 à 1,5	1,5
Temps de séjour	h	1,5	1,5
Volume de digestion	l/EH ₆₀	100 à 150	150
Disques biologiques			
Epaisseur disque	cm	2 à 3	2 à 3
Diamètre disque	m	2 à 3	2 à 3
Vitesse de rotation	tour/mn	1 à 2	1 à 2
Vitesse périphérique	m/mn	13	20 (maxi)
Charge organique surfacique selon objectif de rejet			
≤ 35 mg DBO ₅ /l	g DBO ₅ /m ² /j	9	12
≤ 25 mg DBO ₅ /l	g DBO ₅ /m ² /j	7	7
Si nitrification exigée	g DBO ₅ /m ² /j	6	6
Clarificateur			
Vitesse ascensionnelle	m/h	1	1,4
Hauteur périphérique	m	2 (réseau séparatif) 2,5 (réseau unitaire)	2 (réseau séparatif) 2,5 (réseau unitaire)
Pente du radier (statique/raclé)	°	> 55 / < 5	> 55 / < 5
Recirculation			
Taux de recyclage	%		50 à 200
Taux de recirculation	%		< 50

⁽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
- Perte massive de biomasse avec détérioration de la qualité de traitement	- Vitesse périphérique supérieure au seuil critique de 20 m/mn	- Diminuer la vitesse périphérique pour atteindre une moyenne de 13 m/mn
	- Raccordements non prévus d'industriels	- S'assurer qu'aucun industriel n'est raccordé.
	- Présence dans les rejets industriels de toxiques ou de substances inhibitrices	- Déterminer la substance responsable des dysfonctionnements
	- Variation importante de pH	- Neutraliser l'effluent au niveau des prétraitement ou dans une chambre spécialement aménagée à cet effet. L'intervalle normal de pH est compris entre 6,5 et 8,5
- Insuffisance d'épuration	- Recirculation ou recyclage insuffisant	- Augmenter la recirculation ou le recyclage

Dysfonctionnement	Cause	Solution
	- Charge organique trop élevée	- Réduire la pollution à traiter ; extension à envisager
- Détérioration de la qualité de traitement	- Température ambiante inférieure à 10 °C	- Prévoir une isolation des disques
- Développement d'une pellicule blanche en surface des disques	- Présence d'hydrogène sulfuré dans les effluents	- Pré-aération des effluents dans une chambre de brassage ou de tranquillisation
- Rotation irrégulière (arrêts intempestifs plus ou moins prolongés)	- Déséquilibre des batteries de disques	- Rééquilibrer au "pas à pas" (arrêts imposés)

3 CONDITIONS D'ADAPTATION DU PROCEDE

<i>Caractéristiques du réseau d'assainissement</i>		
Type de réseau	séparatif	Oui
	unitaire	Oui avec une bonne limitation du débit pour respecter la vitesse ascensionnelle
<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		Oui, s'ils sont passagers avec une adaptation de la vitesse de rotation des disques
Variation de charge organique supérieure à 50 % de la charge organique nominale		Oui, s'ils sont passagers avec une adaptation de la vitesse de rotation des disques
Concentrations limites (mg/l)	Minimum	Maximum
DBO₅	50	500
DCO	100	1000
MES	50	500
NK	10	100
PT	2	15
Taux de dilution admissible permanent (%)	minimal	100 %
	maximal	300 % (500 % sous réserve de capacité hydraulique suffisante)
<i>Caractéristiques du site d'implantation</i>		
Contrainte d'emprise foncière		1 à 5 m ² /EH ₆₀
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		Médiocre
Portance du sol nécessaire		Moyenne
<i>Caractéristiques qualitatives de l'eau traitée</i>		
Efficacité de l'élimination de la pollution carbonée		Acceptable DBO ₅ : 80 % - 50 mg/l DCO : 70 % - 175 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution en matières en suspension		Satisfaisante 80 % - 45 mg/l

Efficacité de l'élimination de la pollution azotée en NK	Médiocre 30 % - 45 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution azotée en NGL	Médiocre 30 % - 50 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution phosphorée	Médiocre 25 % - 7 mg/l
Efficacité de l'élimination bactériologique (E. Coli)	Nulle 0 unité log

4 PERFORMANCES

Objectif (circulaire du 17/02/97) : D2 à D4

Source : Les valeurs observées ont été calculées sur les bilans de pollution 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 EH₆₀, construites après 1990. 33 bilans ont été exploités. Un bilan a été retiré pour une charge hydraulique trop forte et quatre 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	/	/	50	/	/	/
Valeurs observées ²	80	70	80	30	30	25

	CONCENTRATION MINIMALE DE L'EAU TRAITEE PAR PARAMETRE (mg/l)					
	DBO ₅	DCO	MES	NK	NGL	PT
Valeurs annoncées ¹	35	125	30	/	/	/
Valeurs observées ²	50	175	45	45	50	7

Le niveau D2 est atteint avec un dimensionnement habituel. Par contre, il est possible d'atteindre un niveau D4 avec un dimensionnement différent (teneur sortie en DBO₅ de 25 mg/l)

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	51,4	177	46,8	40,8	48,3	0,34	3,31	50,40	6,72
Maximum	200	577	260	71,5	89,8	1,1	11,1	89,8	12,0
Minimum	6	26	1	1,6	3	0,07	0,07	3,9	1,2
Ecart type	53,3	154,9	55,6	23,4	26,3	0,36	3,85	24,44	2,86
IC 95 %	[21,2 - 81,6]	[88,8 - 264,4]	[15,23 - 78,3]	[27,5 - 54,1]	[33,4 - 63,2]	[0,08 - 0,68]	[0,43 - 6,21]	[36,5 - 64,3]	[5,1 - 8,3]

Rendement épuratoire (%)	DBO ₅ eb	DCO eb	MES	NH ₄	NK	NGL	Pt
Moyenne	78,6	71,9	78,9	32,5	29,8	29,1	27,1
Maximum	98,6	97,1	99,4	96,2	91,3	89,9	97,3
Minimum	26,9	19,9	29,7	0	0	0	0
Ecart type	0,20	0,20	0,20	0,30	0,27	0,25	0,33
IC 95 %	[67,1 - 90]	[60,3 - 83,5]	[67,6 - 90,2]	[15,7 - 49,4]	[14,6 - 45,0]	[14,7 - 43,4]	[8,6 - 45,5]

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	39,34	145	31,5	40,1	46,6	0,67	4,5	49,3	7,4
Maximum	140	535	140	70,8	86,9	1,1	11,1	86,9	11,6
Minimum	6	26	1	1,6	3	0,3	0,1	3,9	3,1
Ecart type	38,8	120,5	34,3	23,5	25,6	0,34	4,4	23,2	2,3
IC 95 %	[11,1 - 67,6]	[56,8 - 232,2]	[6,53 - 56,37]	[23,0 - 57,2]	[28,0 - 65,3]	[0,25 - 1,08]	[0,17 - 8,9]	[32,4 - 66,2]	[5,7 - 9,0]

Rendement épuratoire (%)	DBO ₅ eb	DCO eb	MES	NH ₄	NK	NGL	Pt
Moyenne	84	77	82,6	37,3	33,7	22,8	32,5
Maximum	98,6	97,1	99,4	96,2	91,3	60,8	97,3
Minimum	46,2	37,9	36,4	0	0	0	0
Ecart type	0,16	0,15	0,19	0,31	0,28	0,2	0,35
IC 95 %	[72,3 - 95,7]	[65,8 - 88,3]	[69,0 - 96,3]	[14,9 - 59,7]	[13,6 - 53,8]	[8,2 - 37,4]	[6,8 - 58,2]

IC95 % : intervalle de confiance à 95 %

¹ Performances annoncées par les constructeurs ou mentionnées dans la bibliographie

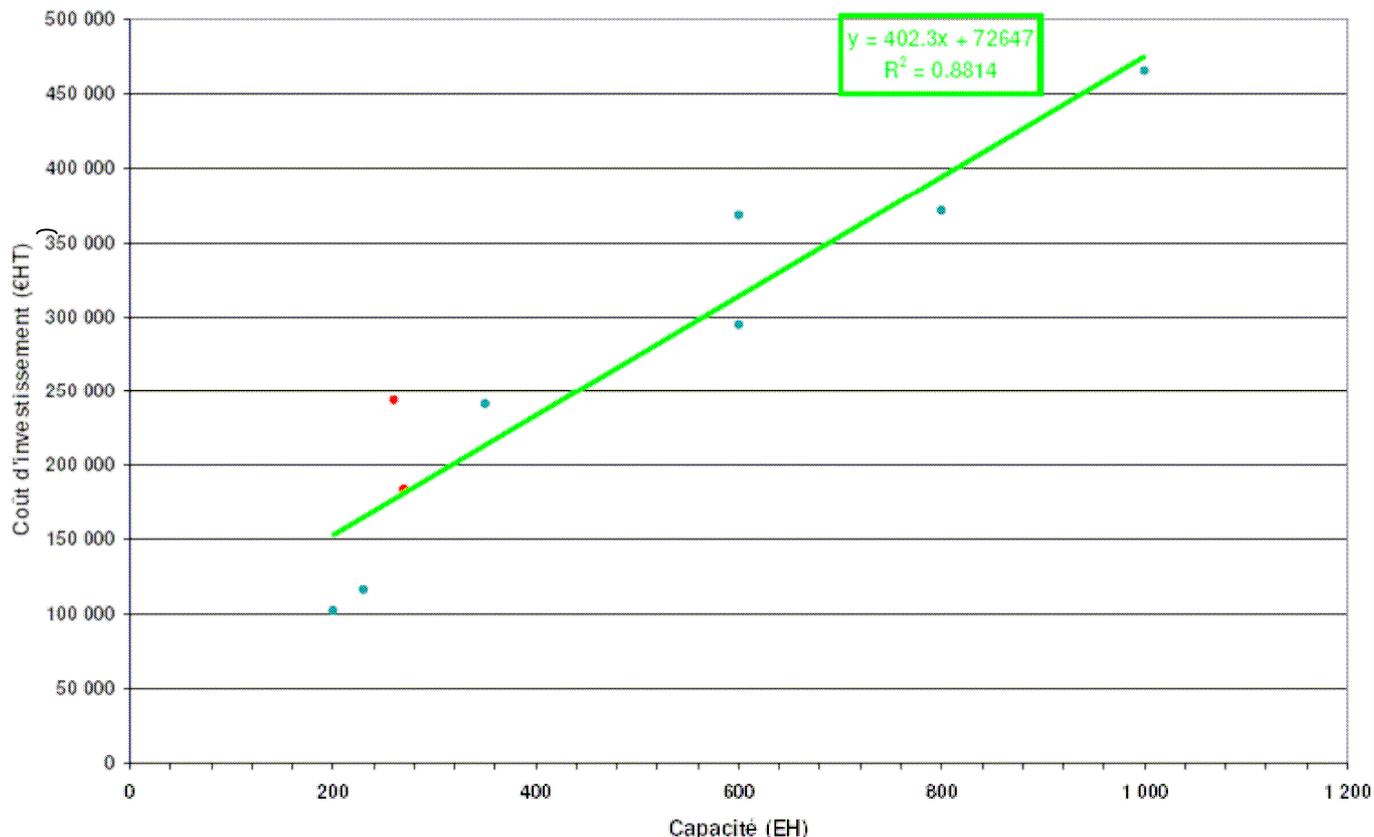
² Moyenne des performances observées sur les installations du bassin Rhin-Meuse sur les années 2000 à 2005

VOLET FINANCIER

1 COUT D'INVESTISSEMENT

Source : Marchés des stations d'épuration de ROGEVILLE et NAYEMONT-LES-FOSSES (symboles rouges), et données SATESE37 (présentation "Retour d'expérience sur les disques biologiques en Indre et Loire")

Hypothèses : - 10 % de frais divers inclus
- Valeur actualisée 2006



2 COÛT DE FONCTIONNEMENT 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

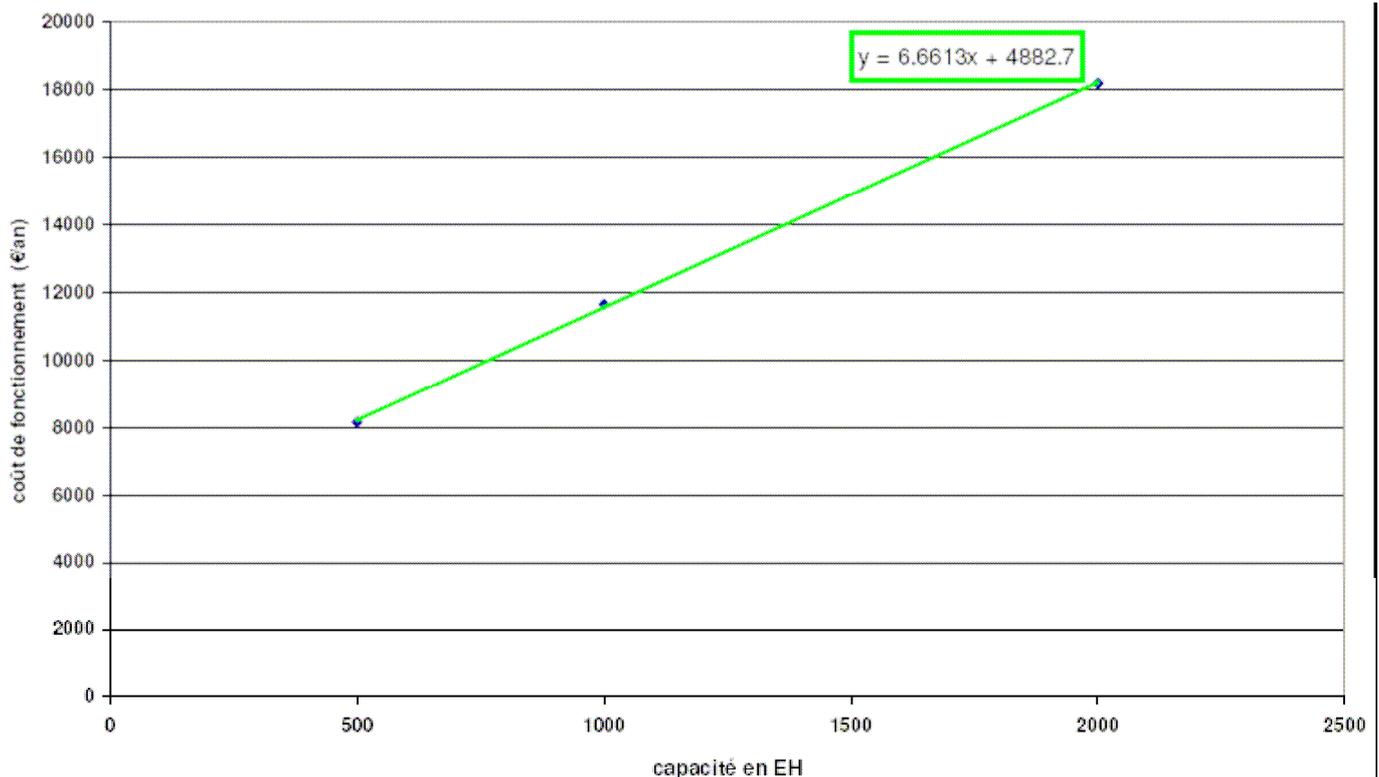
Le coût d'exploitation annuel théorique intègre les frais de main d'œuvre, les frais énergétiques liés au processus de traitement et les frais d'extraction et valorisation en agriculture des boues d'épuration liquides dans un rayon de 5 km autour de la station d'épuration. Ce coût ne comprend pas les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

2.1 DESCRIPTION DES OPERATIONS D'EXPLOITATION

Capacité (EH)		500 EH			1 000 EH			2 000 EH		
Opération	Coût horaire €/h	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	0,25	54	1 fois/mois	0,42	90	1 fois/mois	0,42	90
Prétraitements										
Dégrillage manuel	18	3 fois / sem	0,25	702	3 fois / sem	0,25	702	3 fois / sem	0,25	702
Décanteur-Digesteur										
Enlèvement des flottants	18	1 fois / sem	0,25	234	1 fois / sem	0,25	234	1 fois / sem	0,25	234
Décohéation du chapeau	18	1 fois / sem	0,08	74,88	1 fois / sem	0,10	93,6	1 fois / sem	0,25	234
Disques biologiques										
Inspection	18	3 fois / sem	0,25	702	3 fois / sem	0,25	702	3 fois / sem	0,25	702
Clarificateur										
Bassin et goulotte	18	1 fois / sem	0,50	468	1 fois / sem	0,50	468	1 fois / sem	0,50	468
Clifford	18	1 fois / sem	0,17	156	1 fois / sem	0,17	156	1 fois / sem	0,17	156

Capacité (EH)		500 EH			1 000 EH			2 000 EH			
Opération	Coût horaire €/h	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	
Pont racleur	18	2 fois / sem	0,17	312	2 fois / sem	0,17	312	2 fois / sem	0,17	312	
Recirculation (eau+boues)											
boue	18	1 fois / sem	0,17	156	1 fois / sem	0,17	156	1 fois / sem	0,17	156	
Divers											
Relevés des compteurs	18	1 fois / sem	0,17	156	1 fois / sem	0,17	156	1 fois / sem	0,17	156	
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	
Divers (transparence, etc...)	18	1 fois / sem	1,00	936	1 fois / sem	1,00	936	1 fois / sem	1,00	936	
Imprévus - gros entretien											
	18	1 x / an	16,00	288	1 x / an	24,00	432	1 x / an	30,00	540	
total personnel				5 151				5638			
Opération	Coût €/kW/h	Fréquence	conso	Coût annuel	Fréquence	conso	Coût annuel	Fréquence	conso	Coût annuel	
électricité process	0,09		10 000	900		20 000	1 800		40 000	3 600	
Opération	Coût €/m3	Fréquence	volume	Coût annuel	Fréquence	volume	Coût annuel	Fréquence	volume	Coût annuel	
extraction + épandage boues	15	1 x / an	140	2 100	1 x / an	280	4 200	1 x / an	560	8 400	
total fonctionnement (€)				8 151				11 638			
total fonctionnement / EH (€/EH)				16,3				11,6			

2.2 GRAPHIQUE COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL



SYNTHESE

AVANTAGES	INCONVENIENTS
Consommation électrique faible (1 kWh/kg de DBO ₅ éliminé)	Nécessité d'un personnel ayant des compétences en électromécanique (point faible du système)
Exploitation simple	Abattement limité de l'azote
Boues bien épaissies	Sensibilité au froid
Bonne résistance aux surcharges organiques et hydrauliques passagères	Très grande sensibilité aux coupures d'électricité prolongées qui entraînent un déséquilibre de la batterie de disque (la moitié de la surface n'étant plus immergée pendant la panne)

DOMAINE D'APPLICATION

Conseillé > 500 EH₆₀

Observé > 1000 EH₆₀

VOLET TECHNIQUE

1 PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

1.1 PRINCIPE

Dégradation aérobie de la pollution par mélange de micro-organismes épurateurs et de l'effluent à traiter, suivie de la séparation des "eaux épurées" et "boues activées".

1.2 ETAPES DE TRAITEMENT

Prétraitement : permet la rétention des graisses et la décantation des matières en suspension contenues dans l'effluent.

Traitement par aération prolongée : permet la dégradation de la pollution carbonée, azotée.

Décantation : Permet la recirculation et l'extraction d'une partie des boues.

Evacuation des eaux traitées.

Stockage et traitement des boues en excès issues du décanteur.



1.3 PRINCIPES DE L'EPURATION.

Le mélange micro-organismes épurateurs et pollution à dégrader est appelé "boues biologiques" ou "floc".

L'aération prolongée se caractérise par une très faible charge massique (quantité importante de micro-organismes par rapport à la quantité de substrat à dégrader).

La biomasse épuratrice est placée volontairement en situation de disette afin d'améliorer les performances du procédé. Les bactéries secrètent un polymère en plus ou moins grande quantité selon l'intensité du manque de substrat qui assure leur agglomération. Cette particularité facilite la séparation des boues et de l'eau épurée dans la phase de décantation. De plus, cela rend les micro-organismes plus réactifs et permet de dégrader la quasi-totalité du substrat disponible en un temps de contact court.

La concentration en bactéries est maintenue grâce à la recirculation des boues. Avec une commande par automate, le temps de fonctionnement est calculé pour obtenir un taux de recirculation minimal de 100% du débit mesuré soit à l'entrée, soit à la sortie des ouvrages.

La recirculation permet de maintenir le taux de biomasse épuratrice à une concentration de l'ordre de 3 g/l.

Le rapport entre la pollution à traiter et la quantité de boues en aération définit l'âge des boues.

Une partie des boues décantées est régulièrement extraite du système pour éviter une concentration en boues trop élevée dans le bassin d'aération.

Le développement de la biomasse algale n'est pas recherché. L'oxygénation artificielle du milieu profite largement aux bactéries au détriment des populations algales.

Le traitement par boues activées repose sur l'oxydation biologique de la pollution organique par des cultures libres, concentrées, oxygénées et brassées de façon artificielle.

Il est réalisé en deux phases :

- l'oxydation de la pollution par des micro-organismes aérobies alimentés en oxygène par des aérateurs mécaniques ou par injection d'air,
- la décantation permettant la séparation physique de l'eau épurée des micro-organismes épurateurs et de la pollution résiduelle solide.



1.4 ORIGINE DU PROCÉDE

Ce principe a vu le jour par une constatation dans une eau d'égout dans laquelle de l'air barbotait.

Une flore bactérienne s'est développée au détriment des matières organiques polluantes présentes. Le procédé a été développé, à l'origine, par ARDERN et LOCKETT en 1914 au Royaume Uni.

1.5 COMPOSITION DE LA BOUES ACTIVEES



Vue au microscope

La boue activée est constituée de :

Consommateurs primaires (bactéries)

Ils dégradent la quasi-totalité de la pollution organique apportée par l'effluent d'entrée.

Les formes hétérotrophes (qui se nourrissent de substances organiques) sont majoritaires dans les boues jeunes du fait de leur vitesse de croissance élevée.

La part d'autotrophes (pour épuration de l'azote) augmente avec l'âge des boues.

L'épuration s'accompagne de production de biomasse (boues biologiques en excès), de libération de composés minéraux (nitrates notamment) et de dioxyde de carbone.

Les carnivores et les prédateurs (zooplancton)

Ils participent à l'épuration des eaux par consommation des consommateurs primaires. Ils jouent un rôle essentiel dans la clarification des effluents car ils concentrent leur alimentation sur les formes bactériennes non agglomérées et donc susceptibles de demeurer dans l'eau épurée après clarification.

Les espèces sacrophages

Elles se nourrissent d'une partie de matière organique inerte et des cadavres prélevés dans le floc.

1.6 AZOTE ET PHOSPHORE

La dénitrification est réalisée en milieu anoxique.

Les bactéries hétérotrophes utilisent les nitrates comme source d'oxygène pour l'oxydation de la pollution.

Cela se traduit par la libération d'azote libre et la dégradation de la pollution. L'anoxie peut être réalisée dans un bassin spécifique en tête ou par aménagement des temps d'aération (syncopage).

L'épuration du phosphore peut être effectuée, soit par voie biologique (difficile pour les petites capacités), soit par voie chimique (adjonction de sels métalliques comme le chlorure ferrique ou l'aluminate de soude par exemple).

2 CONCEPTION.

2.1 GENERALITES

Ce principe d'épuration repose sur la dégradation aérobie de la pollution par mélange des micro-organismes épurateurs et de l'effluent à traiter. Puis les phases "eaux épurées" et "boues activées" sont séparées.

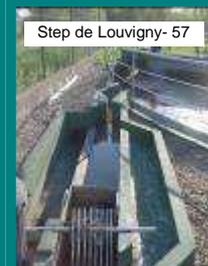
2.2 LA CONCEPTION AU FIL DE L'EAU...

2.2.1 Alimentation

Avec un réseau unitaire ou mixte, il est impératif de prévoir une limitation de débit laquelle ne doit pas fonctionner par temps sec.

Améliorations utiles

- Un canal de mesures est indispensable pour pouvoir contrôler le débit en entrée station, couplé à un déversoir d'orage pour une alimentation gravitaire, à l'aval du poste de relèvement pour une alimentation par poste



2.2.2 Prétraitement

2.2.2.1 Dégrillage

Habituellement, il peut être aménagé avec un système mécanique auquel est adjoint un compacteur. Cela limite les contraintes d'exploitation, réduit les nuisances et préserve la propreté.



La production annuelle de déchets est évaluée entre 2 et 5 l/EH.

Améliorations utiles

- Un by-pass de grille est indispensable

2.2.2.2 Dessablage - Dégraissage

Ouvrage de type cylindro-conique soit statique (pour les petites capacités), soit aéré (pour les plus grandes capacités)



Prévoir l'extraction des sables, l'écumage des graisses et prévoir des bacs de stockage afférents.

Améliorations utiles

- Prévoir une vidange complète du système.

2.2.3 Bassin d'anoxie

Non indispensable en raison de la possibilité d'assurer la dénitrification par phases alternées dans le bassin d'aération.

2.2.4 Bassin d'aération

2.2.4.1 Aération

L'asservissement de l'aération est réalisé par horloge. Les besoins en aération doivent être satisfaits en 14 h maximum pour compter un temps d'anoxie de 10h.



Améliorations utiles

- Une commande par sonde oxymétrique est un atout supplémentaire à la condition expresse que le bassin soit équipé d'un agitateur.

En cas de bassin d'anoxie en tête, le temps d'aération disponible pourra atteindre 18 h/jour.

Améliorations utiles

- Il est préconisé d'ajouter un agitateur avec fonctionnement pendant les phases d'arrêt de l'aération pour optimiser la dénitrification. La puissance nécessaire est de l'ordre de 2 à 4 W/m³.

2.2.4.2 Profondeur

Si l'aération est effectuée par un aérateur de surface (turbine), la hauteur d'eau maximale préconisée est de 3 mètres; à défaut, des difficultés de mises en suspension des boues et d'oxygénation apparaissent.



Si l'aération est effectuée par insufflation d'air (apport réel d'oxygène plus élevé au kWh que la turbine), la hauteur minimale est de 3 mètres. Il est préconisé 4 à 6 mètres pour améliorer le transfert d'oxygène et limiter les coûts énergétiques.

2.2.5 Clarificateur

Le clarificateur cylindro-conique assure la séparation boues biologiques/ eau épurée.



Le mélange est admis dans une jupe appelée Clifford. L'eau épurée est évacuée par surverse, les boues sont récupérées sur le radier où une pente est aménagée pour faciliter leur reprise. Une lame siphonide, contiguë à une lame crénelée de déversement évite le départ de flottants.

Un pont racleur permet d'une part de récupérer rapidement les boues au fond de l'ouvrage et de les orienter vers le puits central de reprise, et, d'autre part, de récupérer les flottants et de les diriger vers une fosse à écumes puis vers le silo-concentrateur à boues.

Améliorations utiles

- Il est conseillé d'installer un dégazeur entre le bassin d'aération et le clarificateur. Une évacuation des mousses ou flottants recueillis (hors circuit d'épuration) est vivement conseillée.

2.2.6 Recirculation

Avec une commande par horloge, les boues issues de la décantation secondaire devront être recirculées à 100% du débit de pointe horaire vers le bassin d'aération.



Si la station est équipée d'un bassin d'anoxie, la liqueur mixte (boues biologiques non décantées) doit être recirculée à 200% vers le bassin d'anoxie directement à partir du bassin d'aération et ce, pour viser un rendement en azote de 80 %.

Les boues extraites du clarificateur sont dirigées gravitairement vers un puits à boues puis par pompage vers le bassin d'aération ou la zone d'anoxie, ou vers une zone de contact aménagée pour optimiser le mélange eaux brutes / boues biologiques et lutter ainsi contre le foisonnement des bactéries filamenteuses (temps de séjour de 10 mn en pointe)

Améliorations utiles

- L'installation d'une vanne sur la conduite de liaison clarificateur-puits à boues est un atout supplémentaire.

2.2.7 Filières boues en excès

La production de boues est estimée en moyenne à 0,8 kg MS/kgDBO₅ éliminée

Elle est composée soit d'une table d'épaississement associée à un ouvrage de stockage, soit tout simplement d'un silo concentrateur faisant aussi office de stockage.



Contrairement à une surverse de silo, favorisant souvent le développement de bactéries filamenteuses, l'association table – stockage a l'avantage de générer des filtrats "frais" peu préjudiciables à la biologie amont.

Le stockage est un silo éventuellement recouvert pour éviter la déconcentration des boues par la pluie.



Il est conseillé d'adjoindre une agitation pour homogénéiser les boues si l'ouvrage a une capacité supérieure à 100 m³.

En cas de déshydratation mobile des boues stockées, il est nécessaire d'intégrer la problématique des retours des filtrats en tête de station : mise en place d'une bâche de stockage de ces filtrats pour les envoyer progressivement en tête de station et ainsi maîtriser les variations de charge et le bon fonctionnement du traitement biologique.

2.2.8 Filières alternatives

Il existe d'autres filières pour les boues sur ces petites stations comme par exemple la minéralisation et le stockage sur lits filtrants plantés. Les boues sont dans ce cas prélevées directement dans le bassin d'aération pour être épandues sur un des filtres. Les règles de dimensionnement spécifiques à cette filière et les coûts associés ne sont abordés dans la présente étude.

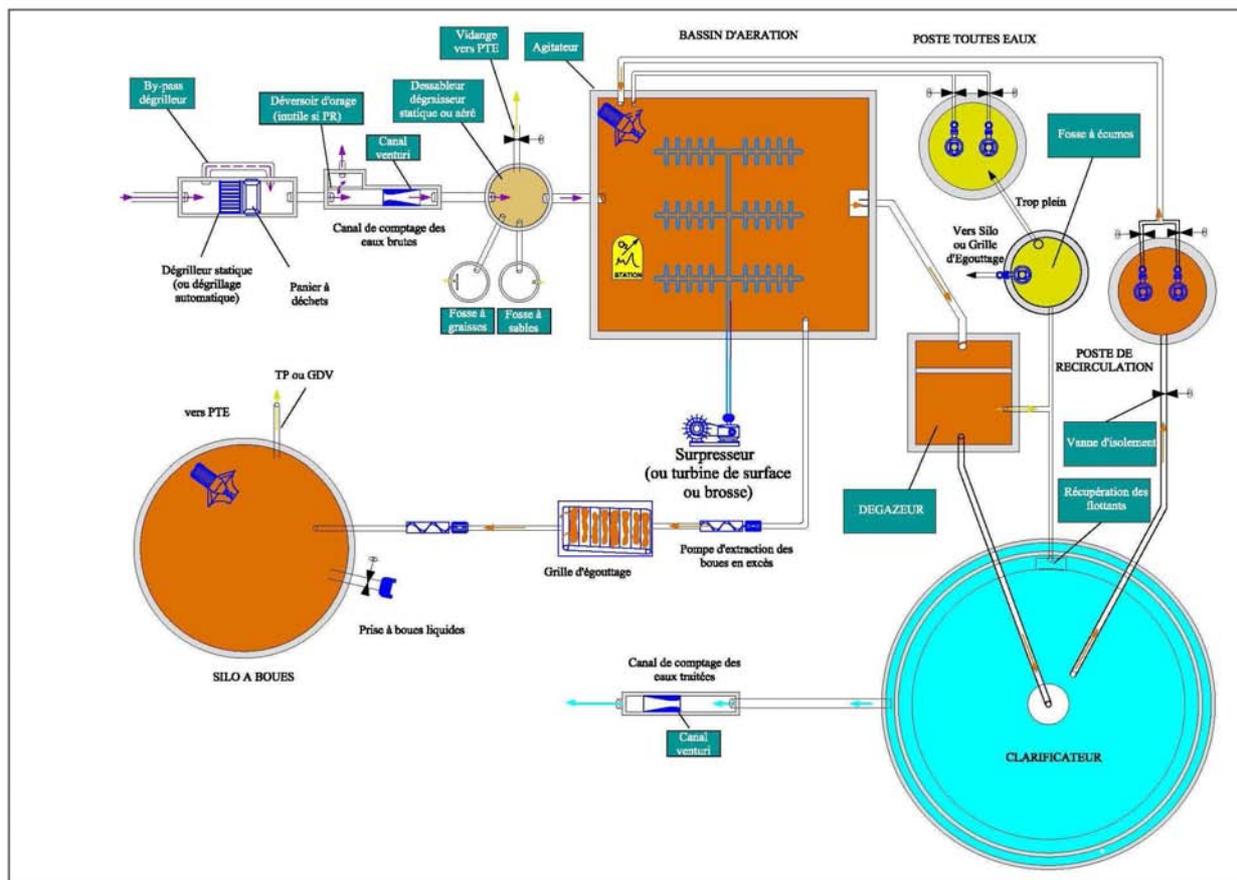
2.2.9 Autosurveillance

Améliorations utiles

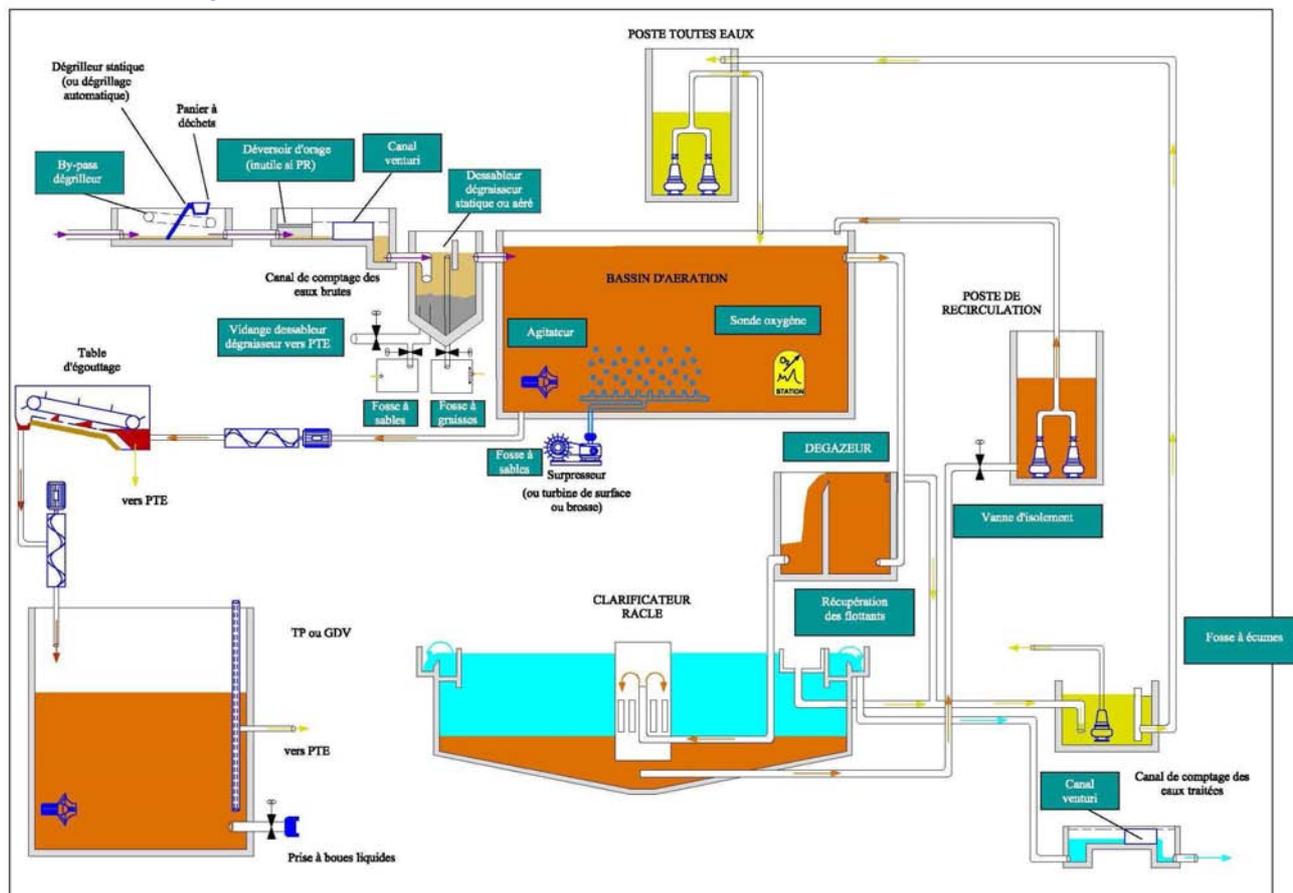
- Même si les stations de moins de 2000 EH sont peu concernées par l'autosurveillance, il est utile, pour vérifier le bon fonctionnement de la station, d'installer, en entrée et en sortie, un canal de mesures de débit.

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
Vitesse ascensionnelle dégraisseur	m /h	20	20
Temps de séjour dans le dessableur-dégraisseur	mn	10 à 15	10 à 15
Bassin d'anoxie			
temps de passage	heure	1	1
Bassin d'aération			
Besoin en oxygène	kgO ₂ /kgDBO ₅ éliminé	1,7	1,7
Temps d'aération	heure	14	14
Puissance aération	W/m ³	30 à 40 pour un aérateur de surface 10 à 20 pour un aérateur fines bulles	30 à 40 pour un aérateur de surface 10 à 20 pour un aérateur fines bulles
Profondeur bassin			
Turbine Hauteur maximale	mètres	3	3
Insufflation d'air Hauteur minimale	mètres	3	3
Insufflation d'air Hauteur préconisée	mètres	4 à 6	4 à 6
Charge massique	kgDBO ₅ /kgMVS/jour	< 0,1	< 0,12
Charge volumique	kgDBO ₅ /m ³ /jour	0,35	0,35
Concentration en boues	gMS/l	4 à 5	4
Temps de séjour	heure	24	24
Clarificateur			
Vitesse ascensionnelle au débit maximal horaire	m/h (m ³ /m ² .h ⁻¹)	0,6	0,6
Hauteur périphérique	mètres	2 m en séparatif 2,5 m en unitaire	2 m en séparatif 2,5 m en unitaire
Pente du radier (statique / raclé)	°	> 55 / > 5	> 55 / > 5
Recirculation pour le débit maximal horaire	%	100	100-120
Recirculation si bassin d'anoxie	%	400	300
Temps de passage dans la zone de contact	minutes	10 en pointe	10 en pointe
Stockage des boues			
Durée de stockage minimale en cas de valorisation agricole des boues (à adapter aux contraintes locales d'épandage)	mois	9 minimum	9 minimum

⁽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
- Fuites de boues	- Surcharge hydraulique	- Diminuer le volume traité
- Remontées de boues en surface du clarificateur	- Période anoxique trop courte dans le bassin d'aération. - Dénitrification au fond du clarificateur : libération de micro-bulles d'azote et entraînement des boues en surface	- Diminuer l'aération dans le bassin d'aération (temps d'anoxie plus important et inhibition partielle de la nitrification)
- Mauvaise décantabilité de la boue malgré une bonne épuration et une eau traitée claire et sans présence notable d'hydrogène sulfuré (présence de filaments)	- Temps de séjour des boues dans le clarificateur trop élevé	- Augmenter la recirculation
	- Raccordement d'industriels ou d'artisans.	- Rechercher la source acide
	- Effluent à pH anormalement bas (< 6) ou élevé (> 9)	- Neutraliser les effluents
	- Développement de mycélium (champignons et moisissures)	- Augmenter l'aération - Augmenter la fréquence d'extraction des boues
- Mauvaise décantabilité et aspect floconneux de la boue - Augmentation de l'indice de Mohlmann. - Odeur d'oeufs pourris possible (bulking)	- Effluents septiques : présence d'hydrogène sulfuré. - Explosion de la croissance bactérienne assimilatrice du soufre (beggiatoa, thiothrix, etc.) entraînant un foisonnement filamenteux ↘ Développement de boues floconneuses qui s'opposent à la décantation (légèreté et grande surface de frottement) - Surcharge organique (rinçage de réseau) avec carence en aération - Défaut de brassage du bassin d'aération	- Rechercher la raison de la septicité des effluents (retour en tête des égouttures du silo de stockage des boues, brassage du bassin d'aération et accumulation de dépôts, temps de séjour excessif dans le clarificateur ou dans les réseaux, décantation dans les réseaux) - Assurer un brassage correct du bassin d'aération - Augmenter considérablement l'aération et procéder à une extraction plus régulière des boues - Injecter, si nécessaire, dans le bassin d'aération de l'eau de Javel à raison de quelques grammes par m ³  <i>A manipuler avec prudence, en raison du risque de destruction totale de la macro flore et de production de composés toxiques (chloramines)</i> - Dissocier les fonctions épaissement et stockage des boues (stations de capacité supérieure à 1500 EH ₆₀). Une grille d'égouttage peut utilement assurer l'étape d'épaississement. - Interdire le retour dans la chaîne de traitement des eaux, des égouttures issues du silo de stockage des boues - Augmenter la recirculation pour limiter le temps de séjour dans le clarificateur. - Vérifier l'état du racleur de fond du clarificateur. - Lutter contre les émissions d'hydrogène sulfuré dans le réseau d'assainissement (installation de poteaux d'oxydation, injection d'air ou d'eau, poste de relèvement immergé de sulfate de fer, tours d'oxydation)
- Départ de boues sans changement d'aspect - Augmentation de l'indice de Mohlmann	- Augmentation de la concentration en boues dans le bassin d'aération : réaction à un à-coup hydraulique ou à une surcharge temporaire	- Augmenter la recirculation des boues pour stopper l'évolution du voile de boues dans le clarificateur - Procéder à l'extraction des boues pour obtenir des boues plus jeunes, plus décantables

Dysfonctionnement	Cause	Solution
<ul style="list-style-type: none"> - Développement de mousses d'aspect visqueux en surface des bassins (slim) - Mauvaise décantabilité 	<ul style="list-style-type: none"> - Carence notable en azote (effluent non strictement urbain : raccordement d'industriels ou d'artisans) 	<ul style="list-style-type: none"> - Découvrir la source de déséquilibre - Rétablir l'équilibre DBO₅/N/P (100/5/1) par ajout d'urée ou d'acide phosphorique
<ul style="list-style-type: none"> - Présence de mousses légères en surface des bassins 	<ul style="list-style-type: none"> - Présence de tensioactifs dans les effluents reçus (détergents) 	<ul style="list-style-type: none"> - Découvrir la source d'apport de tensioactifs
	<ul style="list-style-type: none"> - Effluent protéique (raccordement probable d'industriels (laiterie) ou d'artisans) 	<ul style="list-style-type: none"> - Découvrir la source d'apport d'effluent protéique
	<ul style="list-style-type: none"> - Boues trop jeunes (extraction trop importante et trop brutale) 	<ul style="list-style-type: none"> - Diminuer les volumes d'extraction des boues
	<ul style="list-style-type: none"> - Développement de bactéries de type Nocardias ou Microthrix 	
<ul style="list-style-type: none"> - Boues faiblement agglomérées - Teneur MES en sortie anormalement élevée 	<ul style="list-style-type: none"> - Croissance dispersée des bactéries - Surcharge organique très importante : traitement en forte charge massique 	<ul style="list-style-type: none"> - Découvrir la source de surcharge - Augmenter l'aération en cas de surcharges temporaire (variations saisonnière). <i>Prévoir une augmentation de la capacité d'aération</i> - Ajouter, en dernier recours, un agent flocculant pour améliorer la décantabilité - Augmenter la fréquence d'extraction des boues afin de diminuer l'âge des boues
<ul style="list-style-type: none"> - Nitrification faible 	<ul style="list-style-type: none"> - Age des boues trop faible : extraction trop importante - Age des boues correct : aération trop faible 	<ul style="list-style-type: none"> - Diminuer l'extraction des boues - Augmenter l'aération - Vérifier l'absence de toxiques, le pH et la température de l'effluent
<ul style="list-style-type: none"> - Dénitrification faible 	<ul style="list-style-type: none"> - Temps d'anoxie trop court dans les bassins - Recirculation trop faible de la liqueur mixte (filière anoxie en tête) - Rapport DBO₅/N trop faible 	<ul style="list-style-type: none"> - Diminuer l'oxygénation du bassin d'aération - Augmenter la recirculation de la liqueur mixte - Découvrir la source de déséquilibre. Agir à la source

3 CONDITIONS D'ADAPTATION DU PROCEDE

<i>Caractéristiques du réseau d'assainissement</i>		
Type de réseau	séparatif	Oui
	unitaire	seulement avec une bonne limitation du débit
<i>Caractéristiques qualitatives et quantitatives de l'influent</i>		
Nature	domestique	Oui
	non domestique	en quantité limitée (hors toxique, hydrocarbures, graisses,...)
Variation de débit supérieure à ± 300 % du débit moyen de temps sec		Non entraîne des départs de boues
Variation de charge organique supérieure à ± 50 % de la charge organique nominale		Relative inertie grâce au temps de séjour
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	200 % (pointe à 500 % acceptable avec dégradation du rendement d'épuration sous réserve de capacité hydraulique suffisante)
<i>Caractéristiques du site d'implantation</i>		
Contrainte d'emprise foncière		Environ 1 m ² / EH ₆₀
Procédé adapté à un site sensible aux nuisances olfactives		Oui
Procédé adapté à un site sensible aux nuisances sonores		Non
Procédé adapté à un site ayant une contrainte paysagère		Médiocre
Portance du sol nécessaire		Forte (génie civil)
<i>Caractéristiques qualitatives de l'eau traitée</i>		
Efficacité de l'élimination de la pollution carbonée		Très bonne DBO ₅ : 90-95% - 10 mg/l DCO : 80-90 % - 50 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution en matières en suspension		Très bonne 85-95 % - 15 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution azotée en NK		Bonne 75-90 % - 10 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution azotée en NGL		Bonne 60-75 % - 15 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution phosphorée		Acceptable 40-55 % - 3 mg/l
Efficacité de l'élimination bactériologique (E. Coli)		Correcte 1 à 3 unités log

4 PERFORMANCES

Objectif (circulaire du 17/02/97) : D2 à 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 EH₆₀, construites après 1990. 159 bilans ont été exploités. 2 bilans ont été retirés pour une charge hydraulique trop forte et un 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	95	/	50	/	/	20 à 80
Valeurs observées ²	93	87	88	81	68	47

	CONCENTRATION MINIMALE DE L'EAU TRAITEE PAR PARAMETRE (mg/l)					
	DBO ₅	DCO	MES	NK	NGL	PT
Valeurs annoncées ¹	10	125	/	/	/	/
Valeurs observées ²	10	50	17	8,4	14	3,4

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	10,4	50,5	17,2	5,70	8,43	0,32	5,85	14,16	3,46
Maximum	140	457	200	59,09	63,64	2,40	54,69	70,31	14,7
Minimum	1	3,99	1,92	0,09	0,88	0,00	0,1	1,39	0,3
Ecart type	14,7	46,5	25,1	9,2	10,9	0,4	9,1	13,0	2,6
IC 95 %	[6,9 - 13,9]	[39,3 - 61,6]	[11,2 - 23,2]	[3,5 - 7,9]	[5,8 - 11,1]	[0,2 - 0,4]	[3,7 - 8,0]	[11,0 - 17,3]	[2,8 - 4,1]

Rendement épuratoire (%)	DBO ₅ eb	DCO eb	MES	NH ₄	NK	NGL	Pt
Moyenne	92,6	86,9	89,3	82,1	81,6	69,7	48,9
Maximum	100	99,4	99,4	100	100	97,7	94,7
Minimum	0	0	0	0	0	0	0
Ecart type	0,13	0,14	0,16	0,26	0,22	0,27	0,27
IC 95 %	[89,5 - 95,7]	[83,5 - 90,3]	[85,4 - 93,1]	[75,8 - 88,5]	[76,1 - 86,7]	[63,3 - 76,1]	[42,4 - 55,4]

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	9,49	50,96	17,51	4,11	6,87	0,295	5,838	12,54	3,89
Maximum	140	457	200	59,09	63,64	2,08	54,69	70,31	14,7
Minimum	1	3,9	1,9	0,09	0,88	0,01	0,1	1,91	0,3
Ecart type	16,9	56,6	30,6	8,6	10,6	0,31	10,3	13,7	3,09
IC 95 %	[3,9 - 15,0]	[32,4 - 69,5]	[7,5 - 27,5]	[1,3 - 6,9]	[3,4 - 10,3]	[0,2 - 0,4]	[2,5 - 9,2]	[8,0 - 17,0]	[2,9 - 4,9]

Rendement épuratoire (%)	DBO ₅ eb	DCO eb	MES	NH ₄	NK	NGL	Pt
Moyenne	94,6	88,7	90,4	88,2	85,6	75,6	52,5
Maximum	99,4	99,1	99,4	99,8	99,0	97,5	94,7
Minimum	6,7	0	0	0	0	0	0
Ecart type	0,12	0,14	0,17	0,23	0,22	0,26	0,29
IC 95 %	[91,8 - 97,3]	[85,4 - 92,1]	[86,4 - 94,4]	[82,6 - 93,7]	[80,5 - 90,8]	[69,4 - 81,8]	[45,5 - 59,5]

¹ Performances annoncées par les constructeurs ou mentionnées dans la bibliographie

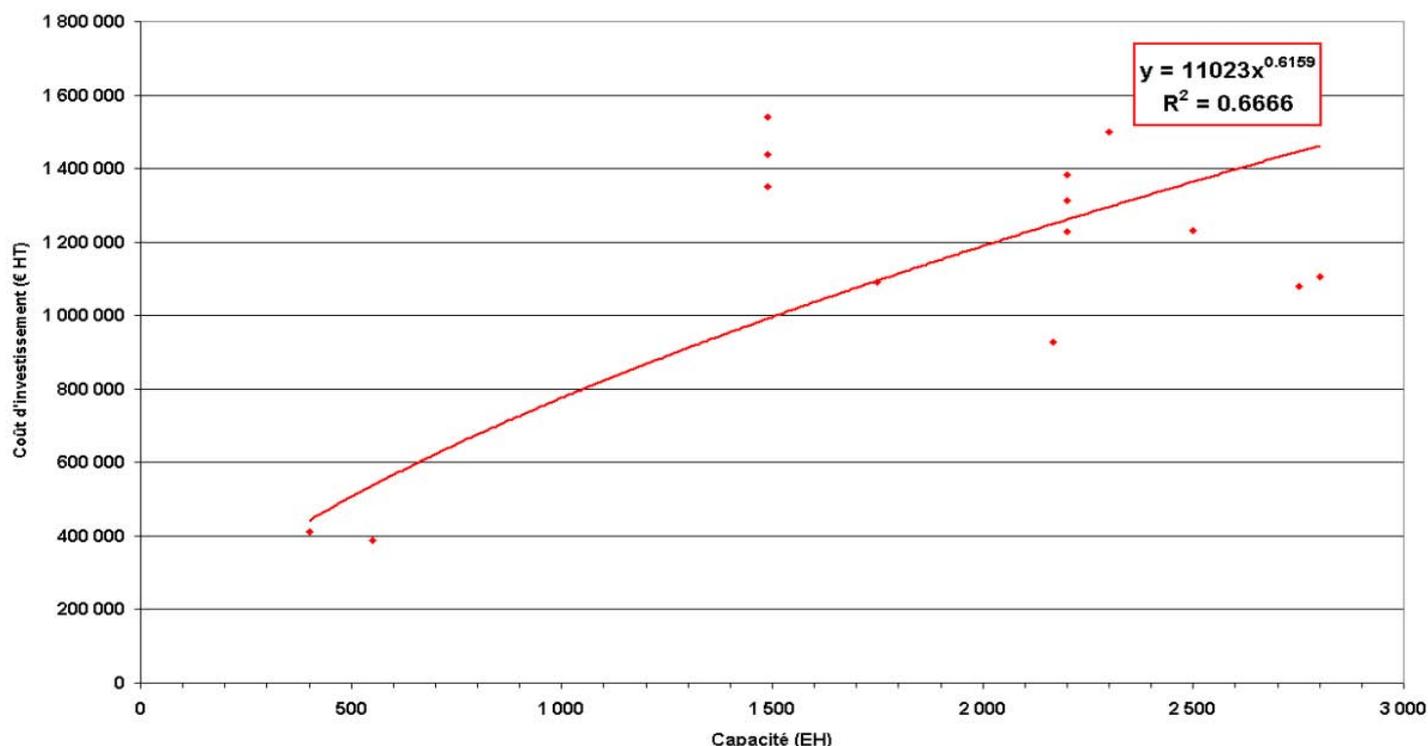
² Moyenne des performances observées sur les installations du bassin Rhin-Meuse sur les années 2000 à 2005

VOLET FINANCIER

1 COUT D'INVESTISSEMENT

Source : 14 décompositions de prix forfaitaires ou DGD des stations d'épuration du bassin Rhin-Meuse (période 2002-2006)

Hypothèses : - 10 % de frais divers inclus
- 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

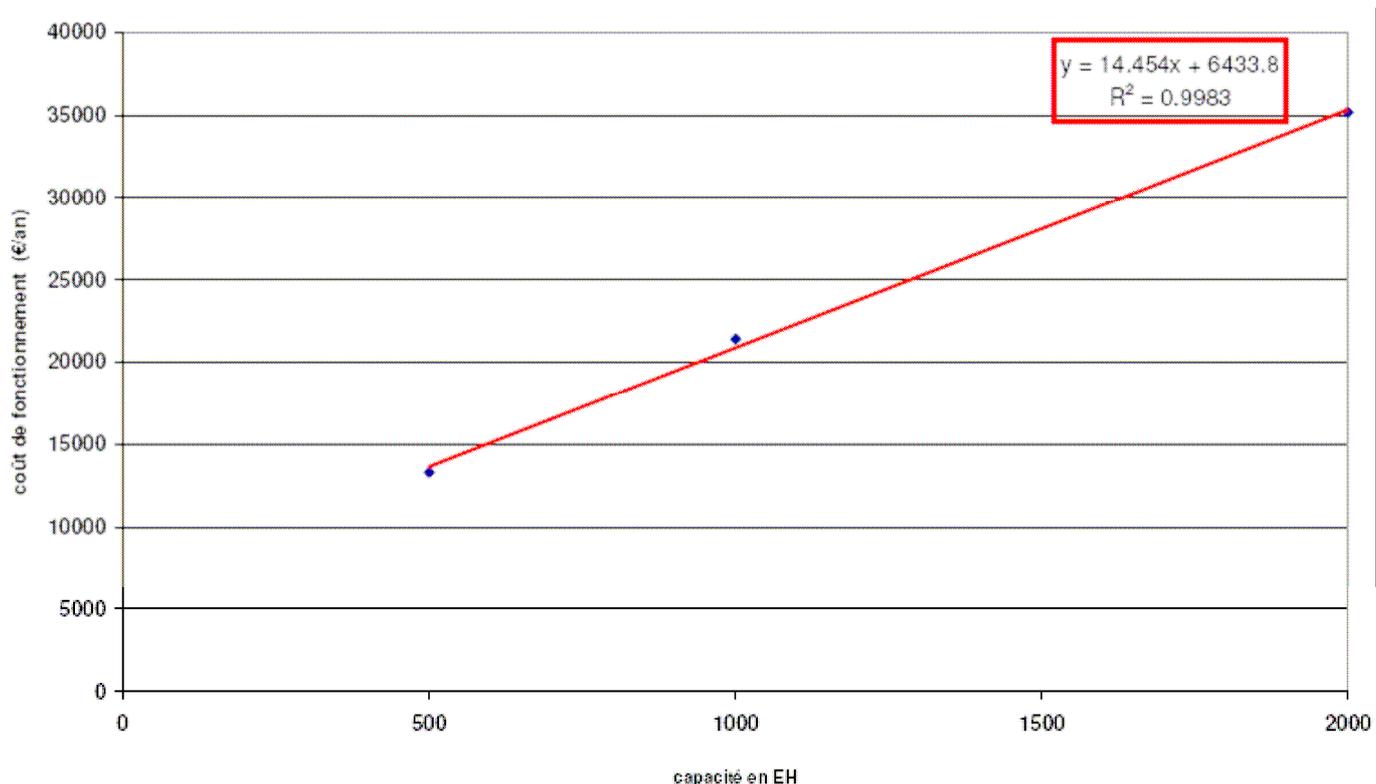
Le coût d'exploitation annuel théorique intègre les frais de main d'œuvre, les frais énergétiques liés au processus de traitement et les frais d'extraction et valorisation en agriculture des boues d'épuration liquides dans un rayon de 5 km autour de la station d'épuration. Ce coût ne comprend pas les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

2.1 DESCRIPTION DES OPERATIONS D'EXPLOITATION

Opération	500				1000			2000			
	Capacité (EH ₆₀)	Coût horaire € / h	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	91	1 fois / mois	0,42	91	1 fois / mois	0,42	91	
Prétraitements											
Dégrillage manuel	18	3 fois / sem	0,25	702	3 fois / sem	0,25	702	3 fois / sem	0,25	702	
Dégrillage automatique	18	1 fois / sem	0,42	390	1 fois / sem	0,42	390	1 fois / sem	0,42	390	
Dessablage - dégraissage	18	1 fois / sem	0,25	234	1 fois / sem	0,25	234	1 fois / sem	0,25	234	
Bassin d'aération											
Inspection + entretien aérateur	18	1 fois / sem	0,33	309	1 fois / sem	0,33	309	1 fois / sem	0,33	309	
Clarificateur											
Bassin et goulotte	18	1 fois / sem	0,25	234	1 fois / sem	0,50	468	1 fois / sem	1,00	936	
Clifford	18	1 fois / sem	0,17	156	1 fois / sem	0,17	156	1 fois / sem	0,17	156	
Pont racleur	18	2 fois / sem	0,15	281	2 fois / sem	0,17	312	2 fois / sem	0,25	468	

Capacité (EH ₆₀)		500			1000			2000			
Opération	Coût horaire €/h	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel €	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel €	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel €	
Recirculation des boues											
Pompes (extraction des boues)	18	3 fois / sem	0,15	421	3 fois / sem	0,17	468	3 fois / sem	0,20	562	
Bâche	18	1 fois / an	1,00	18	1 fois / an	1,00	18	1 fois / an	1,00	18	
Manceuvre des vannes	18	1 fois / sem	0,17	156	1 fois / sem	0,17	156	1 fois / sem	0,17	156	
Epaississeur											
Pompe + Bâche	18	1 fois / sem	0,33	312	1 fois / sem	0,33	312	1 fois / sem	0,33	312	
Divers											
Régulation, programmation, vérification	18	2 fois / an	2,00	72	2 fois / an	2,00	72	2 fois / an	2,00	72	
Relevés des compteurs	18	1 fois / sem	0,17	156	1 fois / sem	0,17	156	1 fois / sem	0,17	156	
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	
Divers (décantation – transparence)	18	1 fois / sem	1,00	936	1 fois / sem	1,00	936	1 fois / sem	1,00	936	
Imprévus - gros entretien											
	18	1 x / an	24,00	432	1 x / an	24,00	432	1 x / an	24,00	432	
Total personnel				5 812			6 412			7 417	
Opération	Coût €/kW/h	Fréquence	conso	Coût annuel	Fréquence	conso	Coût annuel	Fréquence	conso	Coût annuel	
électricité process	0,09		25 000	2 250		50 000	4 500		75 000	6 750	
Opération	Coût €/m ³	Fréquence	volume	Coût annuel	Fréquence	volume	Coût annuel	Fréquence	volume	Coût annuel	
extraction + épandage boues	15	1 x / an	350	5 250	1 x / an	700	10 500	1 x / an	1 400	21 000	
SYNTHESE											
Total fonctionnement (€/an)				13 312				21 412	35 167		
Total fonctionnement (€/EH)				26,6				21,4	17,6		

2.2 GRAPHIQUE COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL



SYNTHESE

AVANTAGES	INCONVENIENTS
Bonnes performances pour l'ensemble des paramètres	Nécessité de limitation stricte du débit maximum admissible en traitement
Elimination importante de l'azote global par syncopage de l'aération	Coût d'exploitation élevé
Elimination possible du phosphore par voie chimique	Coût d'investissement élevé
Relative résistance aux à-coups de charge	Nécessité d'une exploitation attentive (extraction régulière des boues, adaptation de l'aération aux besoins, etc.) réalisée par un personnel ayant suivi une formation adéquate
Emprise foncière limitée	
Boues extraites minéralisées	

DOMAINE D'APPLICATION

Conseillé > 200 EH₅₀Observé > 500 EH₅₀

VOLET TECHNIQUE

1 PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

1.1 PRINCIPE

Technique d'épuration reposant sur la dégradation par voie aérobie de la pollution par mélange intégral des micro-organismes épurateurs et de l'effluent à traiter.

Cette opération est réalisée à l'intérieur d'un ouvrage unique incluant deux phases : l'une correspondant à l'épuration proprement dite, la seconde à la décantation et au rejet de l'effluent.

Ce procédé est plus compact que la filière boues activées aération prolongée avec décantation séparée.



Les cycles comprennent :

- une phase de remplissage avec dénitrification et relargage du phosphore
- une phase d'agitation : dénitrification
- une phase d'aération : oxydation du carbone, nitrification et absorption du phosphore

- une phase de décantation : séparation eau / boues
- une phase de vidange : vidange des eaux traitées et extraction des boues

Le bassin est équipé d'un système de contrôle du niveau associé à un automate qui orchestre les différentes séquences.

L'alimentation est obligatoirement effectuée à partir d'un poste de relèvement avec un débit de pompe suffisant pour absorber le flux polluant résultant d'un orage. La construction d'un bassin de pollution est un atout supplémentaire.

L'effluent est admis pendant la phase dite d'aération.

Lorsque le niveau haut est atteint, l'alimentation est arrêtée et une phase de traitement débute. La décantation intervient ensuite (arrêt de l'agitation et de l'aération).

Après décantation, la phase de vidange des eaux épurées vers le milieu naturel s'effectue jusqu'à niveau bas, suivie d'une extraction des boues en excès vers un silo de stockage.

Un nouveau cycle est activé avec autorisation d'alimentation.

L'oxygénation des boues est assurée par une soufflante ou un surpresseur qui est aussi susceptible d'alimenter un "air lift" pour la vidange de l'effluent installé à la place d'une pompe de vidange sur flotteur.

Les boues excédentaires sont extraites automatiquement du bassin à la fin des périodes de vidange du surnageant (trois fois par jour) par l'intermédiaire d'une pompe d'extraction.

Certains concepteurs ont implanté à l'aval du SBR une lagune de finition par laquelle transite l'effluent traité qui est susceptible de faire office de stockage aux boues produites.

Les performances de ce système sont, en théorie, équivalentes au procédé "boues activées" classique associé à un clarificateur. En réalité, la qualité de l'épuration dépend fortement du suivi des ouvrages qui requiert des compétences élevées.

2 CONCEPTION.

2.1 GENERALITES

Le principe repose sur une culture bactérienne de type aérobie principalement

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

2.2.1 Alimentation

Avec cette configuration, toute alimentation gravitaire est impossible. Les effluents dirigés en traitement le seront obligatoirement par l'intermédiaire d'un poste de relèvement

2.2.2 Prétraitement.

2.2.2.1 Dégrillage (Obligatoire pour les communes de plus de 200 EH - arrêté du 21 juin 1996 – article 22).

Il peut être aménagé avec un système mécanique auquel est adjoind un compacteur : cela limite les contraintes d'exploitation, réduit les nuisances et préserve la propreté.



La production annuelle de déchets est évaluée à 2 à 5 I/EH

Améliorations utiles

- Un by-pass de grille est indispensable

2.2.2.2 Dessablage Dégraissage

Ouvrage de type cylindro-conique soit statique (pour les petites capacités), soit aéré (pour les plus grandes capacités).

Prévoir l'extraction des sables, l'écumage des graisses et prévoir des bacs de stockage afférents.

Améliorations utiles

- Prévoir une vidange complète du système.

2.2.2.3 Poste de relèvement – Bassin tampon

Ouvrage combiné dimensionné pour stocker le premier flux polluant résultant d'un rinçage de réseau consécutif à un orage ou une averse.

Equipé de deux pompes immergées (une par bassin, une troisième en secours) d'un débit unitaire voisin du volume de remplissage disponible au niveau du réacteur biologique à l'aval.

Améliorations utiles

- Dans la mesure du possible, un système de comptage des volumes admis en traitement sera prévu.

2.2.3 Réacteur

2.2.3.1 Fonctionnement

Ouvrage utilisé de manière séquentielle (en général trois cycles de huit heures par jour), avec une phase d'alimentation de l'ordre de quatre heures et une phase de finition du traitement incluant la décantation, la vidange de l'eau traitée et l'extraction des boues en excès pour une durée totale elle aussi de quatre heures.



La vidange ne devra pas excéder une heure. Le débit de la pompe de vidange ou du système spécifique est en corrélation étroite avec le volume à évacuer pour respecter cette condition.

Améliorations utiles

- Une sonde voile de boues interdira la vidange de l'ouvrage en cas de défaillance (dérèglement) du système de commande

2.2.3.2 Aération

L'aération est assurée par un aérateur "fines bulles" avec commande assurée par horloge.

La présence d'un agitateur asservi au non-fonctionnement de l'aérateur est indispensable pour optimiser le traitement.

2.2.4 Filière boues en excès

Les boues en excès sont extraites du réacteur à la fin de la vidange au moyen d'une pompe type immergée installée sur un flotteur laquelle alimente un silo concentrateur.



La surverse est dirigée vers le poste de relèvement "eaux brutes".

La production de boues est équivalente à celle d'une "boues activées" dite classique, soit en moyenne 0,8 kg MS/kg DBO₅ éliminé.



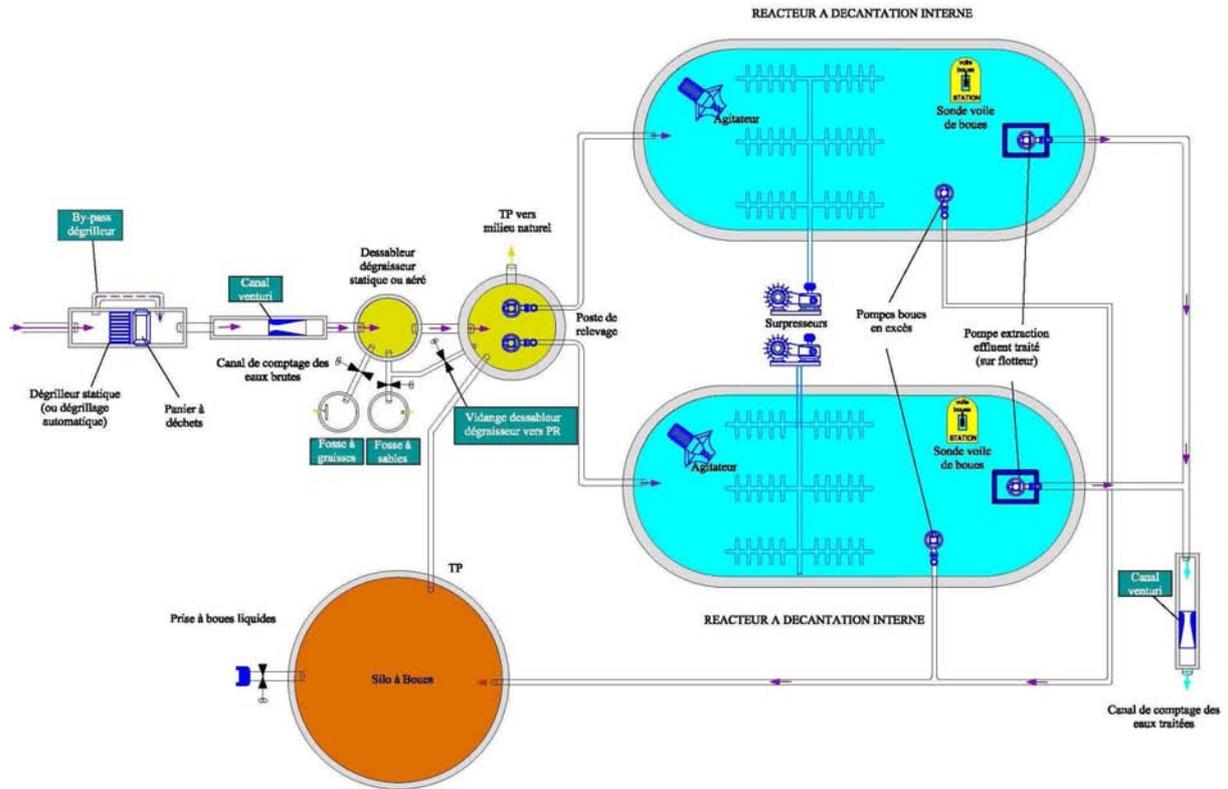
2.2.5 Autosurveillance

Améliorations utiles

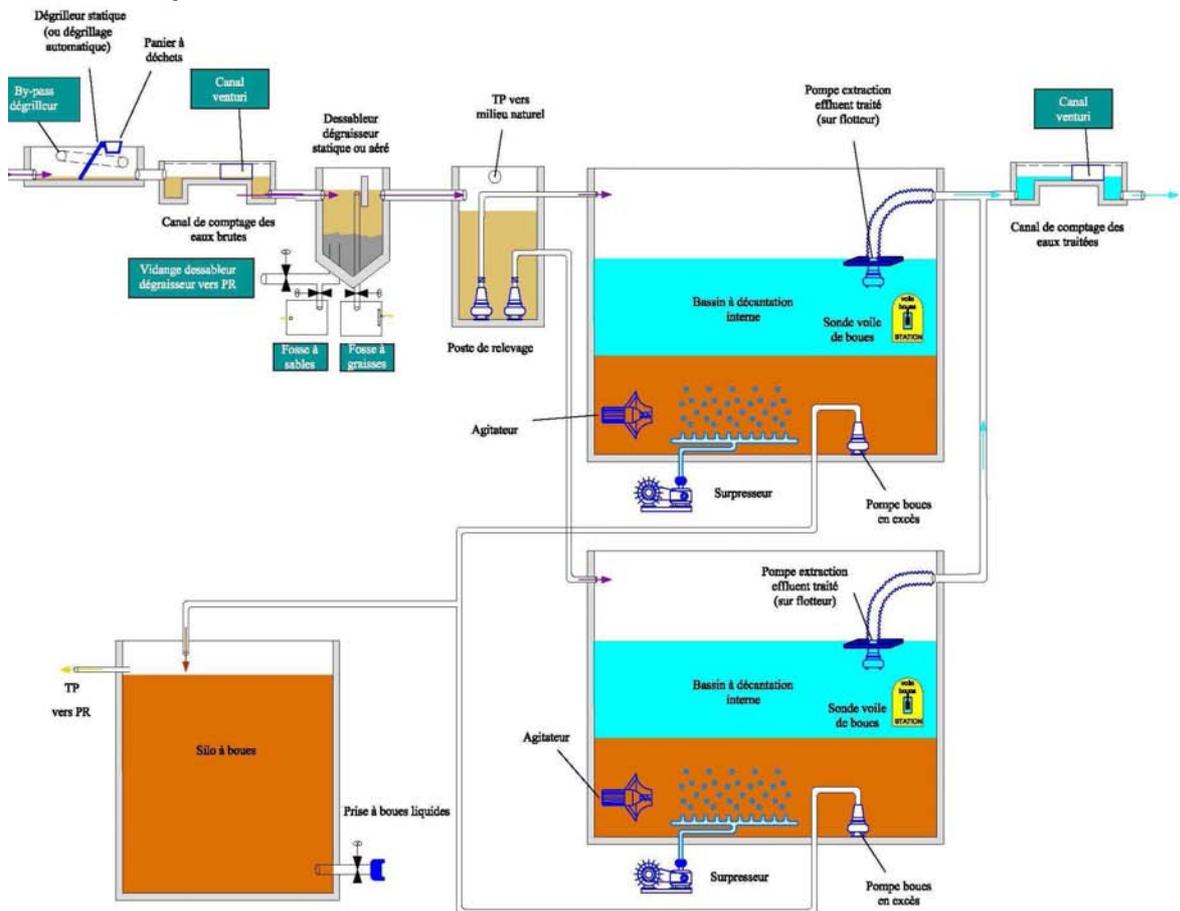
- Même si les stations de moins de 2000 EH sont peu concernées par l'autosurveillance, il est utile, pour vérifier le bon fonctionnement de la station, d'installer, en entrée et en sortie, un canal de mesures de débit.

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
Vitesse ascensionnelle dégraisseur	m ³ /m ² /h	20	20
Temps de séjour dans le dessableur-dégraisseur	mn	10 à 15	10 à 15
Bassin d'aération combiné			
Charge volumique	kg DBO ₅ /m ³ /j	/	0,11
Concentration en boues	g MS / l	/	3
Charge massique	kg DBO ₅ /kg MVS /j	/	0,06
Nombre d'ouvrage		/	2
Cycles de fonctionnement	heures	/	3 x 8
Volume disponible pour alimentation eaux brutes	% du volume total	/	50
Profondeur bassins (insufflation d'air)	mètres	/	4 - 6
Puissance nécessaire	W/m ³	/	15 - 25
Puissance agitateur	W/m ³	/	2 à 4
Silo concentrateur			
Temps de séjour	mois	/	9

⁽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
- Fuites de boues	- Dysfonctionnement du système de gestion	- Vérifier l'ensemble des capteurs du système de régulation
- Mauvaise épuration	- Cycles épuratoires trop courts	- Diminuer le nombre de cycles quotidiens
	- Insuffisance de boues	- Augmenter la teneur en boues
	- Surcharge organique	- Augmenter le temps d'aération
	- Cycle d'aération insuffisant	
- Bonne épuration. avec une mauvaise décantation et une sortie claire. - Présence de filaments. - Pas de présence notable d'hydrogène sulfuré	- Raccordement d'industriels ou d'artisans.	- Rechercher la source acide
	- Effluent à pH anormalement bas (<0,6)	- Neutraliser les effluents
	- Développement de mycélium (champignons et moisissures)	- Augmenter l'aération - Augmenter la fréquence d'extraction des boues

Dysfonctionnement	Cause	Solution
<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de l'indice de Mohlmann. - Difficulté à la décantation. - Aspect floconneux des boues (légèreté et grande surface de frottement) et foisonnement filamenteux (explosion de la croissance bactérienne assimilatrice du soufre telle que beggiatoa, thiothrix, etc.) - Odeur d'œufs pourris possible (bulking) 	<ul style="list-style-type: none"> - Effluents septiques : présence d'hydrogène sulfuré 	<ul style="list-style-type: none"> - Rechercher les causes de la septicité des effluents : retour en tête des égouttures du silo de stockage des boues, brassage du bassin d'aération et accumulation de dépôts, temps de séjour excessif dans les réseaux, décantation dans les réseaux
		<ul style="list-style-type: none"> - Assurer un brassage correct du bassin d'aération.
		<ul style="list-style-type: none"> - Dissocier l'épaississement et le stockage des boues pour les stations de capacité supérieure à 1500 EH (suppression du retour vers la chaîne de traitement des eaux des égouttures issue du silo) Une table d'égouttage peut assurer l'étape d'épaississement.
	<ul style="list-style-type: none"> - Surcharge organique (rinçage de réseau) avec carence en aération 	<ul style="list-style-type: none"> - Installer sur le niveau du réseau, des postes d'oxydation de l'hydrogène sulfuré (poste de relèvement immergé de sulfate de fer, tours d'oxydation, une injection d'air ou d'eau).
<ul style="list-style-type: none"> - Augmenter considérablement l'aération et procéder à une extraction plus régulière des boues. - User si nécessaire d'eau de javel à raison de quelques grammes par mètre cube. La dose létale des cultures filamenteuses est inférieure aux bactéries utiles à l'épuration. Cette application entraîne un risque de destruction totale de la microflore et de production de composés toxiques (chloramines) 		
<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de l'indice de Mohlmann - Départ de boues (avec un aspect des boues inchangé) 	<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de la concentration en boues dans le bassin d'aération : réaction à un à-coup hydraulique ou à une surcharge temporaire 	<ul style="list-style-type: none"> - Procéder à l'extraction des boues pour obtenir des boues plus jeunes, plus décantables
<ul style="list-style-type: none"> - Développement de mousses d'aspect visqueux en surface des bassins (slim). - Mauvaise décantation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Carence notable en azote. Effluent non strictement urbain : raccordement d'industriels ou d'artisans 	<ul style="list-style-type: none"> - Découvrir la source de déséquilibre - Rétablir l'équilibre DBO₅/N/P par ajout d'urée

Dysfonctionnement	Cause	Solution
<ul style="list-style-type: none"> - Présence de mousses légères en surface des bassins (développement de type Nocardias ou Microthrix) 	<ul style="list-style-type: none"> - Présence de tensioactifs dans les effluents reçus (détergents) ou effluent protéique. - Raccordement probable d'industriels (laiterie) ou d'artisans 	<ul style="list-style-type: none"> - Rechercher et traiter la source d'apport de tensioactifs ou d'effluent protéique
	<ul style="list-style-type: none"> - Boues trop jeunes - Extraction trop importante et trop brutale 	<ul style="list-style-type: none"> - Diminuer les volumes d'extraction des boues
<ul style="list-style-type: none"> - Boues faiblement agglomérées (croissance dispersée des bactéries) - Teneur MES en sortie anormalement élevée 	<ul style="list-style-type: none"> - Surcharge organique très importante : traitement en forte charge massique - Age de boues trop important (Croissance en tête d'épingle) 	<ul style="list-style-type: none"> - Découvrir la source de surcharge - Augmenter l'aération en cas de surcharges temporaires (variations saisonnière). - Prévoir une augmentation de la capacité d'aération. - Ajouter, en dernier recours, un agent flocculant pour améliorer la décantation. - Augmenter la fréquence d'extraction des boues afin de diminuer l'âge des boues
<ul style="list-style-type: none"> - Nitrification faible 	<ul style="list-style-type: none"> - Age des boues trop faible : extraction trop importante 	<ul style="list-style-type: none"> - Diminuer l'extraction des boues
	<ul style="list-style-type: none"> - Age des boues correct : aération trop faible 	<ul style="list-style-type: none"> - Augmenter l'aération - Vérifier l'absence de toxiques, le pH et la température de l'effluent
<ul style="list-style-type: none"> - Dénitrification faible 	<ul style="list-style-type: none"> - Temps d'anoxie trop court dans les bassins 	<ul style="list-style-type: none"> - Diminuer l'oxygénation du bassin d'aération
	<ul style="list-style-type: none"> - Rapport DBO₅/N trop faible (< 20) 	<ul style="list-style-type: none"> - Découvrir la source de déséquilibre. Agir à la source.

3 CONDITIONS D'ADAPTATION DU PROCEDE

<i>Caractéristiques du réseau d'assainissement</i>		
Type de réseau	séparatif	Oui
	unitaire	Oui
<i>Caractéristiques qualitatives et quantitatives de l'influent</i>		
Nature	domestique	Oui
	non domestique	en quantité limitée (hors toxique, hydrocarbures e, graisses,...)
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		relative inertie, grâce au volume de stockage disponible
Concentrations limites (mg/l)		Minimum Maximum
	DBO ₅	60 500
	DCO	150 1000
	MES	60 500
	NK	15 100
	PT	2,5 15
Taux de dilution admissible permanent (%)	minimal	0 %
	maximal	200 % (sous réserve de capacité hydraulique suffisante)
<i>Caractéristiques du site d'implantation</i>		
Contrainte d'emprise foncière		0,9 m ² /EH ₆₀
Procédé adapté à un site sensible aux nuisances olfactives		Oui
Procédé adapté à un site sensible aux nuisances sonores		Non
Procédé adapté à un site ayant une contrainte paysagère		Médiocre
Portance du sol nécessaire		Forte génie civil
<i>Caractéristiques qualitatives de l'eau traitée</i>		
Efficacité de l'élimination de la pollution carbonée		Très bonne DBO ₅ : 95% - 5 mg/l DCO : 90% - 25 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		Très bonne 95 % -2 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution azotée en NGL		Variable 50-80% - 10-30 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution phosphorée		Acceptable 50-60 % - 3-5 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 à partir 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 EH₆₀, construites après 1990. Seuls 4 bilans ont été exploités sur l'étude de réception des stations de Wingen et Cleebourg. Tous les bilans ont pu être exploités puisque autant la charge hydraulique que la charge organique sont conformes.

4.1 CONCENTRATIONS ET RENDEMENTS MOYENS

	RENDEMENT EPURATOIRE PAR PARAMETRE (%)					
	DBO ₅	DCO	MES	NK	NGL	PT
Valeurs annoncées ¹	95	/	/	/	/	/
Valeurs observées ²	95	90	90	95	60	60

	CONCENTRATION MINIMALE DE L'EAU TRAITEE PAR PARAMETRE (mg/l)					
	DBO ₅	DCO	MES	NK	NGL	PT
Valeurs annoncées ¹	30	120	40	/	/	/
Valeurs observées ²	5	25	10	2	20	3

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	3,3	24,5	8,55	0,3475	1,675	0,15	17,48	19,3	3,61
Maximum	6	26	11	0,85	2,3	0,3	30	31,45	6,63
Minimum	2,2	23	6	0,1	1,4	0,04	3,8	6,31	0,74
Ecart type	1,56	1,12	2,03	0,31	0,36	0,11	12,1	11,74	2,85
IC 95 %	[0,95 - 5,6]	[22,8 - 26,2]	[5,5 - 11,6]	[0 - 0,8]	[1,1 - 2,2]	[0 - 0,3]	[0 - 35,6]	[1,7 - 36,9]	[0 - 7,9]

Rendement épuratoire (%)	DBO ₅ eb	DCO eb	MES	NH ₄	NK	NGL	Pt
Moyenne	96,7	91,1	92,2	98,3	94,6	59	57,6
Maximum	99,3	96,5	98,4	99,8	97,9	73,1	77,4
Minimum	91,4	84,4	82,0	95,4	89,4	44	37,5
Ecart type	0,03	0,05	0,07	0,018	0,03	0,11	0,19
IC 95 %	[91,9 - 100]	[82,9 - 99,2]	[82,4 - 100]	[95,7 - 100]	[89,6 - 99,7]	[42,1 - 75,9-]	[29,1 - 86,1]

IC95 % : intervalle de confiance à 95 %

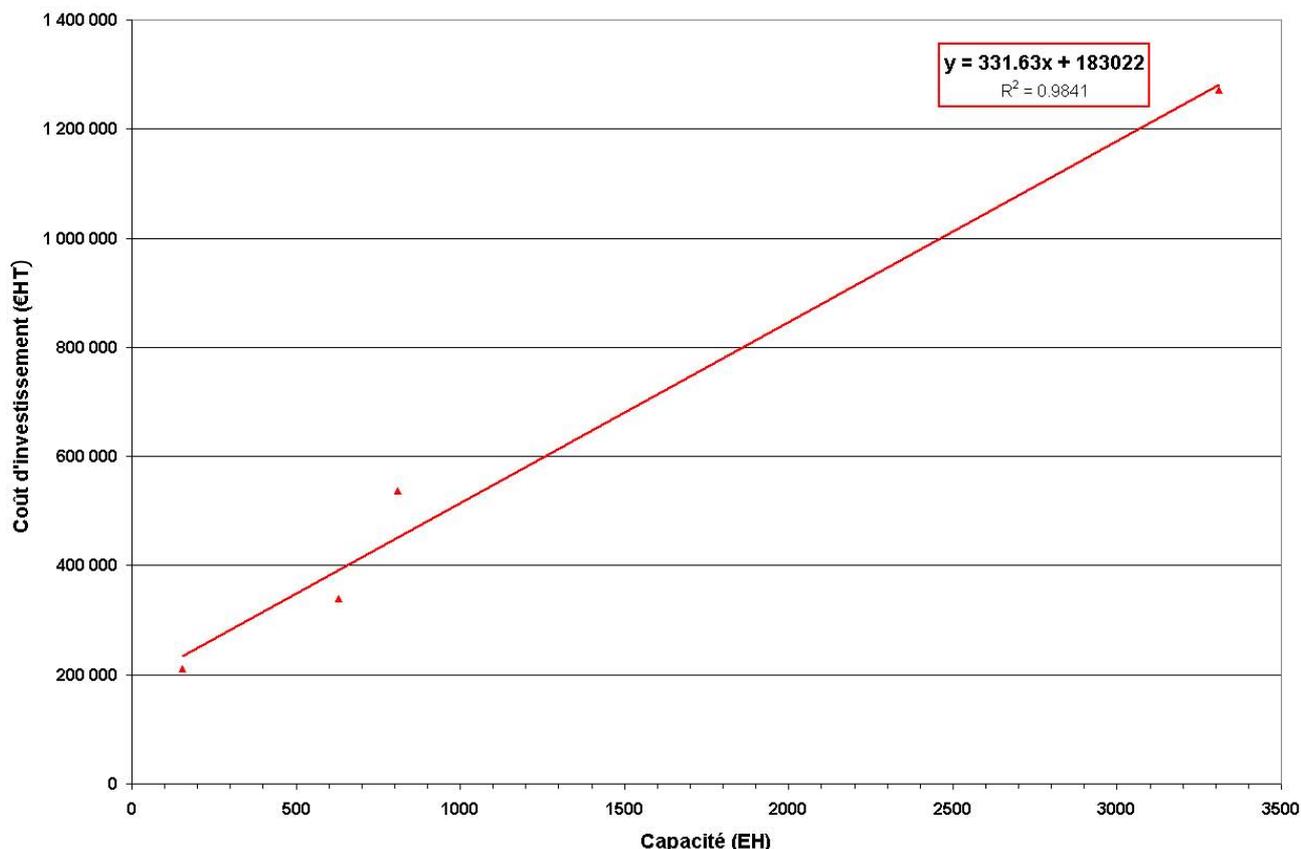
¹ Performances annoncées par les constructeurs ou mentionnées dans la bibliographie

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

VOLET FINANCIER

1 COUT D'INVESTISSEMENT

Source : 4 décompositions de prix forfaitaires ou DGD des stations d'épuration du bassin Rhin-Meuse (période 2004-2005)
Valeur actualisée 2006



2 COÛT DE FONCTIONNEMENT 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

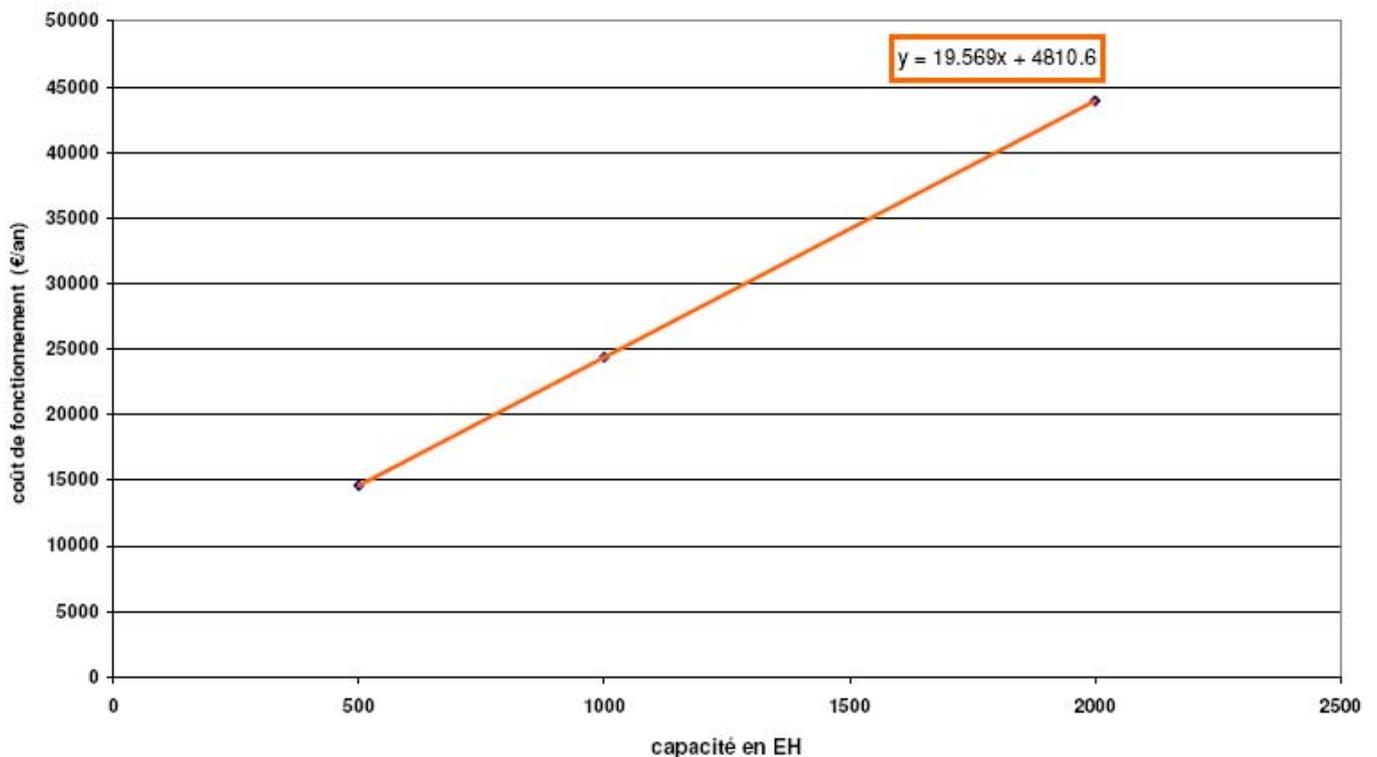
Le coût d'exploitation annuel théorique intègre les frais de main d'œuvre, les frais énergétiques liés au processus de traitement et les frais d'extraction et valorisation en agriculture des boues d'épuration liquides dans un rayon de 5 km autour de la station d'épuration. Ce coût ne comprend pas les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

2.1 DESCRIPTION DES OPERATIONS D'EXPLOITATION

Capacité (EH)	Opération	Coût horaire en €/h	500		1000		2000				
			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	91	1 fois / mois	0,42	91	1 fois / mois	0,42	91
Prétraitements											
	Dégrillage manuel	18	3 fois / sem	0,25	702	3 fois / sem	0,25	702	3 fois / sem	0,25	702
	Dégrillage automatique	18	1 fois / sem	0,42	390	1 fois / sem	0,42	390	1 fois / sem	0,42	390
	Dessablage - dégraissage	18	1 fois / sem	0,25	234	1 fois / sem	0,25	234	1 fois / sem	0,25	234

Capacité (EH)	500				1000			2000		
Opération	Coût horaire en €/h	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel
Réacteur										
Inspection + entretien compresseur	18	1 fois / sem	0,67	627	1 fois / sem	0,67	627	1 fois / sem	0,67	627
Boues										
Pompes (extraction des boues)	18	3 fois / sem	0,17	477	3 fois / sem	0,17	477	3 fois / sem	0,33	926
Epaississeur										
Pompe + Bâche	18	1 fois / sem	0,33	312	1 fois / sem	0,33	312	1 fois / sem	0,33	312
Divers										
Régulation, programmation, vérification	18	1 fois/sem	0,25	234	2 fois /an	0,25	234	2 fois /an	0,25	234
Relevés des compteurs	18	1 fois / sem	0,17	156	1 fois / sem	0,17	156	1 fois / sem	0,17	156
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
Divers (décantation, etc...)	18	1 fois / sem	1,00	936	1 fois / sem	1,00	936	1 fois / sem	1,00	936
Imprévus - gros entretien										
	18	1 x / an	12,00	216	1 x / an	24,00	432	1 x / an	36,00	648
total personnel				5 287			5 791			6 744
Opération	Coût €/kW/h	Fréquence	conso	Coût annuel	Fréquence	conso	Coût annuel	Fréquence	conso	Coût annuel
électricité process	0,09		45 000	4 050		90 000	8 100		180 000	16 200
Opération	Coût €/m3	Fréquence	volum e	Coût annuel	Fréquence	volume	Coût annuel	Fréquence	volume	Coût annuel
extraction + épandage boues	15	1 x / an	350	5 250	1 x / an	700	10 500	1 x / an	1 400	21 000
total fonctionnement (€)				14 587			24 391			43 944
total fonctionnement / EH (€/EH)				29,2			24,4			22,0

2.2 GRAPHIQUE COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL



SYNTHESE

AVANTAGES	INCONVENIENTS
Filière boues activées compacte	Gestion nettement plus délicate qu'une installation classique
Bonne intégration paysagère si l'ouvrage est enterré, mais cela complique l'entretien et les interventions	Forte sensibilité aux variations hydrauliques
	Dépôts de boues assez fréquents (en raison de la sensibilité du process)
	Surveillance poussée nécessaire
	Coût d'investissement élevé
	Coût d'exploitation élevé

DOMAINE D'APPLICATION

Conseillé 50 - 1500 EH₅₀

Observé 200 - 800 EH₅₀

VOLET TECHNIQUE

1 PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

1.1 PRINCIPE

Le lagunage naturel repose sur une culture bactérienne principalement de type aérobie. Celle-ci est ensuite séparée par un mécanisme de sédimentation.

L'épuration est assurée par un long temps de séjour dans plusieurs bassins en série.



Step de Crastatt -67

Le mécanisme de base est la **photosynthèse**. La tranche d'eau supérieure est exposée à la lumière et cela permet l'apparition d'algues qui produisent l'oxygène nécessaire au développement des bactéries aérobies.

Ces dernières sont responsables de la dégradation de la matière organique. Le gaz carbonique formé par les bactéries ainsi que les sels minéraux contenus dans les eaux usées permettent aux algues (les microphytes) de se multiplier. En fond de bassin, il n'y a pas de lumière, ce sont donc les bactéries anaérobies qui dégradent les sédiments issus de la décantation de la matière organique. Cette dégradation entraîne un dégagement de gaz carbonique et de méthane.

En fait, l'épuration repose sur la présence équilibrée de bactéries aérobies en culture libre et d'algues.

La lagune représente un **écosystème** :

- Les **producteurs primaires** : les végétaux microscopiques (phytoplancton) et macroscopiques (algues, roseaux) utilisent la lumière du soleil, le dioxyde de carbone ainsi qu'une partie de la pollution apportée par les eaux usées pour fabriquer leur propre biomasse. Ils libèrent de l'oxygène par ce processus, ce qui autorise l'activité épuratrice des organismes aérobies.
- Les **herbivores** (zooplancton et animaux supérieurs) qui endiguent la prolifération des végétaux.
- Les **consommateurs primaires** (bactéries) qui profitent de l'oxygénation du milieu pour dégrader la quasi-totalité de la pollution **organique**. L'épuration s'accompagne de la libération de composés minéraux et de dioxyde de carbone, consommés par les végétaux.
- Les **carnivores** (zooplancton et animaux) et les prédateurs qui participent à l'épuration par la consommation des herbivores et des consommateurs primaires, voire d'autres carnivores
- Les **détrivores** : (champignons et bactéries) qui s'alimentent des matières organiques et participent ainsi à la minéralisation des sédiments

La faune a plusieurs rôles : l'épuration de l'eau directement, la consommation de végétaux, la prédation qui régule la flore microscopique et macroscopique.

La **microflore** est composée de :

- **bactéries aérobies ou anaérobies**. sous deux formes : **libres** (plus généralement en floc) ou **fixées**. Les bactéries **fixées** (sur des végétaux supérieurs) ont un meilleur rendement que les bactéries libres. Par contre, la présence de végétaux supérieurs nécessite un faucardage de préférence annuel. Cette opération s'avère souvent longue et relativement fastidieuse.

- **algues microscopiques.** Leur activité photosynthétique entraîne une consommation de dioxyde carbone et une production d'oxygène. Elles permettent d'assurer une partie de l'épuration des matières azotées et phosphorées. De plus, elles régulent le pH en absorbant le dioxyde de carbone. De même que pour les bactéries, elles peuvent être libres ou fixées.

La **macroflore** constituée d'**algues macroscopiques** et de **végétaux supérieurs** est le support d'une partie de la microflore. Elle sert également à absorber une partie de la pollution contenue dans l'eau, à filtrer le milieu, à libérer de l'oxygène, et offrir un refuge au zooplancton, aux larves d'insectes, aux invertébrés et aux autres animaux (canards, rats musqués, etc.)

Les petits crustacés tels que les daphnies, jouent un rôle essentiel dans la clarification de l'effluent traité. Leur efficacité est amplifiée lors de la présence de macrophytes.

Cet écosystème se suffit à lui-même. Les seules interventions humaines résident dans le fait d'entretenir les abords et de sortir les excédents de production (curage et faucardage).



Le lagunage naturel est largement répandu en France : il représente environ 20 % de l'effectif des stations. Il convient d'apporter un soin particulier à l'étanchéité des bassins, ce qui, dans des conditions locales défavorables, peut conduire à des surcoûts significatifs, compte tenu de l'emprise au sol des bassins. Pour éviter les causes essentielles de dysfonctionnements, on réservera préférentiellement le lagunage au traitement d'effluents peu concentrés ($DBO_5 < 300 \text{ mg/l}$) et ne présentant pas de caractère septique.

2 CONCEPTION.

2.1 GENERALITES

Le lagunage naturel repose sur une culture bactérienne de type aérobie principalement

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

2.2.1 Prétraitement.

2.2.1.1 Dégrillage (Obligatoire pour les communes de plus de 200 EH - arrêté du 21 juin 1996 – article 22).



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

Améliorations utiles

Un by-pass de grille est indispensable.

2.2.1.2 Dessablage

Uniquement nécessaire avec un réseau acheminant des quantités importantes de sables.



Améliorations utiles

Pour éviter les surcharges hydrauliques et mesurer les volumes admis sur la lagune, il est conseillé d'installer l'infrastructure suivante:

Ouvrage longitudinal combiné, installé à l'aval du dégrillage, constitué, pour le cas d'un réseau unitaire et alimentation gravitaire, d'un réservoir à sable, d'un canal venturi calibré au débit maximal admissible et d'une lame déversante exutoire.



En présence d'un refoulement, avec débit de pompe calibré, la fonction déversoir sera supprimée. Avec un réseau séparatif, seul le canal de comptage sera conservé.

2.2.1.3 Dégraissage

Constitué par une cloison siphonide placée à l'arrivée des eaux usées dans la lagune primaire



2.2.1.4 Débourage





Améliorations utiles

- Pour faciliter la récupération des boues, il est conseillé, soit d'aménager un cône de sédimentation sous la cloison siphonée (une surprofondeur de 70 cm environ localise le dépôt), soit de réaliser une digue angulaire proche de l'alimentation des eaux usées que l'on peut isoler du restant de la lagune primaire au moment de sa vidange.

2.2.2 Lagunes

2.2.2.1 Sol

L'étanchéité des bassins est très importante afin d'éviter la pollution de la nappe phréatique éventuelle par percolation et d'assurer un fonctionnement hydraulique normal de la lagune. A défaut d'imperméabilité naturelle, il faut prévoir des travaux d'étanchéification comme le compactage, le traitement de sol (avec ajout d'argile ou de bentonite) ou la pose d'une géo membrane (surcoût de 20 à 30 %).



Les lagunes doivent être situées en un point bas où les vents dominants contribuent à aérer la tranche d'eau superficielle.

Le terrain idéal est de type limono-argileux. Le sous-sol ne doit en aucun cas être karstique ou fissuré.

Les abords doivent être conçus pour permettre un entretien facile.

Il est conseillé de ne planter aucun arbre à moins de 10 mètres, à cause de leurs racines qui pourraient endommager la lagune, de l'ombre qui pourrait gêner la photosynthèse et de la chute de leurs feuilles dans les bassins.

2.2.2.2 Alimentation

Il faut proscrire le raccordement d'industries ou d'élevage et éviter les effluents trop concentrés ou septiques.

Le réseau unitaire est le plus adapté pour ce système de traitement.

2.2.2.3 Mesure de débit

Pour mesurer les volumes admis sur la station, il est vivement conseillé d'aménager un canal de comptage.



2.2.2.4 Nombre de lagunes



Il est préconisé de disposer de trois lagunes pour assurer un bon niveau de fiabilité du traitement. Si l'objectif de rejet comprend la désinfection, le nombre de lagunes peut être augmenté.

Le premier bassin sert à la dégradation de la charge polluante carbonée. Il produit de ce fait, un nombre important d'algues.

Les deux autres bassins servent à l'abatement de l'azote, du phosphore et des algues.

Le troisième bassin affine également le traitement et fiabilise le système.

2.2.2.5 Mise en oeuvre

Les bassins de lagunage peuvent être réalisés de plusieurs manières : soit par creusement et évacuation des déblais, soit par creusement et par endiguement, soit par création de digues ceinturant le terrain simplement décapé, non creusé ou même surélevé.

Pour l'équilibre entre la croissance bactérienne et celle des algues, il faut que la forme des lagunes soit ramassée (rapport Longueur/largeur < 3)



La forme des bassins doit être régulière. Les formes anguleuses sont le siège de dépôts importants et favorisent les zones mortes.

La profondeur des trois bassins est variable (se reporter au tableau 2.4). Pour les bassins à microphytes elle avoisine souvent 1,2 mètres, au minimum, elle doit être de l'ordre de 1 mètre pour éviter la pousse des végétaux supérieurs, permettre une pénétration de la lumière et donc l'oxygénation et limiter les effets d'une éventuelle stratification thermique des bassins.

La pente des digues étanchées naturellement doit respecter un rapport hauteur – longueur de 1 / 2,5 pour permettre de limiter l'action érosive du batillage, de faciliter l'entretien courant et de permettre aux engins de curage d'accéder.

Dans le cas d'une pose de géo-membrane, pour les digues, le rapport hauteur/longueur ne sera plus que de 1 / 1,5.

Les digues doivent être érigées par compactages successifs de tranches de 15 à 20 cm.

Il faut prévoir des liaisons siphonnées entre les bassins pour bloquer les lentilles d'eau ou autres flottants.



Il est nécessaire de prévoir un by-pass de chaque bassin pour faciliter les opérations de vidange et de curage et de disposer d'un trop-plein par bassin.

Pour prévenir l'érosion par le batillage et la dégradation due aux rongeurs, il est conseillé d'engazonner les berges avant la mise en eau ou d'employer des dalles autobloquantes, des géogrilles ou tout autre matériau de protection des berges.



Il faut effectuer rapidement la mise en eau des ouvrages pour pérenniser la perméabilité (empêcher le risque de fissures et de développement de la végétation dans le sol), vérifier l'étanchéité et favoriser la mise en place de l'écosystème.

Une mauvaise étanchéité risque d'entraîner une pollution de la nappe phréatique par percolation des eaux usées.

Pour maintenir un bon régime hydraulique à l'intérieur de la lagune, le débit des apports (eaux usées + pluie) doit généralement compenser les pertes (infiltration + évaporation).

La sédentarisation des canards est intéressante car ils sont consommateurs de lentilles d'eaux. En règle générale, 4 à 5 couples de canards sont suffisants (aménager un abri et apporter de la nourriture supplémentaire)

En période estivale, il est nécessaire de maintenir le niveau d'eau dans les bassins en ayant parfois recours à une alimentation en eau afin de compenser l'évaporation et limiter la concentration des effluents dans les bassins et les risques de fermentation.

2.2.2.6 Recommandations

Concernant la forme des bassins, il est recommandé de retenir un rapport longueur sur largeur de 3.

Une zone de surprofondeur peut être aménagée pour faciliter le curage du dépôt qui se développe au point d'alimentation. Cette zone, peut atteindre un volume d'une centaine de mètres cubes.

Améliorations utiles

- Pour récupérer les boues, une autre solution intéressante consiste à aménager une digue angulaire placée à une vingtaine de mètres face à l'arrivée des eaux usées et dont la hauteur correspond à la profondeur de la lagune moins 20 cm. Lors de la vidange des boues, cette zone sera isolée du restant du bassin en descendant le niveau d'eau d'une trentaine de centimètres et les effluents seront dirigés vers l'aval de la digue

Améliorations utiles

- La lagune peut remplir un rôle de bassin de pollution en aménageant à sa sortie un dispositif de régulation du débit permettant d'obtenir un marnage de 20 cm sur le bassin. Ainsi, pour un coût dérisoire, l'aménagement de la lagune primaire en bassin de pollution permet de protéger au mieux le milieu naturel contre le risque de pollution lié au rinçage de réseau.

2.2.2.7 Options



La lagune tertiaire peut être plantée de macrophytes qui ont pour but d'être des supports pour les bactéries, les algues et le zooplancton et surtout pour les daphnies (petits crustacés) qui jouent un rôle essentiel dans la filtration des algues.

Ils sont constitués de roseaux, de joncs des chaisiers, de massettes ou d'iris des marais.



La présence de macrophytes augmente les performances du lagunage, en particulier pour l'azote et le phosphore minéral. Cependant, ils nécessitent d'être fauchés une fois par an. La coupe doit se faire au-dessus de la surface de l'eau pour permettre une reprise normale des végétaux et les produits de la coupe doivent être retirés des bassins.

Améliorations utiles

- Le fauchage peut être réalisé en période hivernale, lorsque les bassins sont gelés ce qui favorise largement cette opération. A défaut, la lagune tertiaire peut être aménagée en deux parties séparées par une digue et le niveau d'eau est alors réglé à zéro, au moment de la fauche. Ainsi, les roseaux du premier bassin pourront être fauchés à sec tout en maintenant l'alimentation dans le second bassin, et vice versa.



2.2.3 Autosurveillance

Améliorations utiles

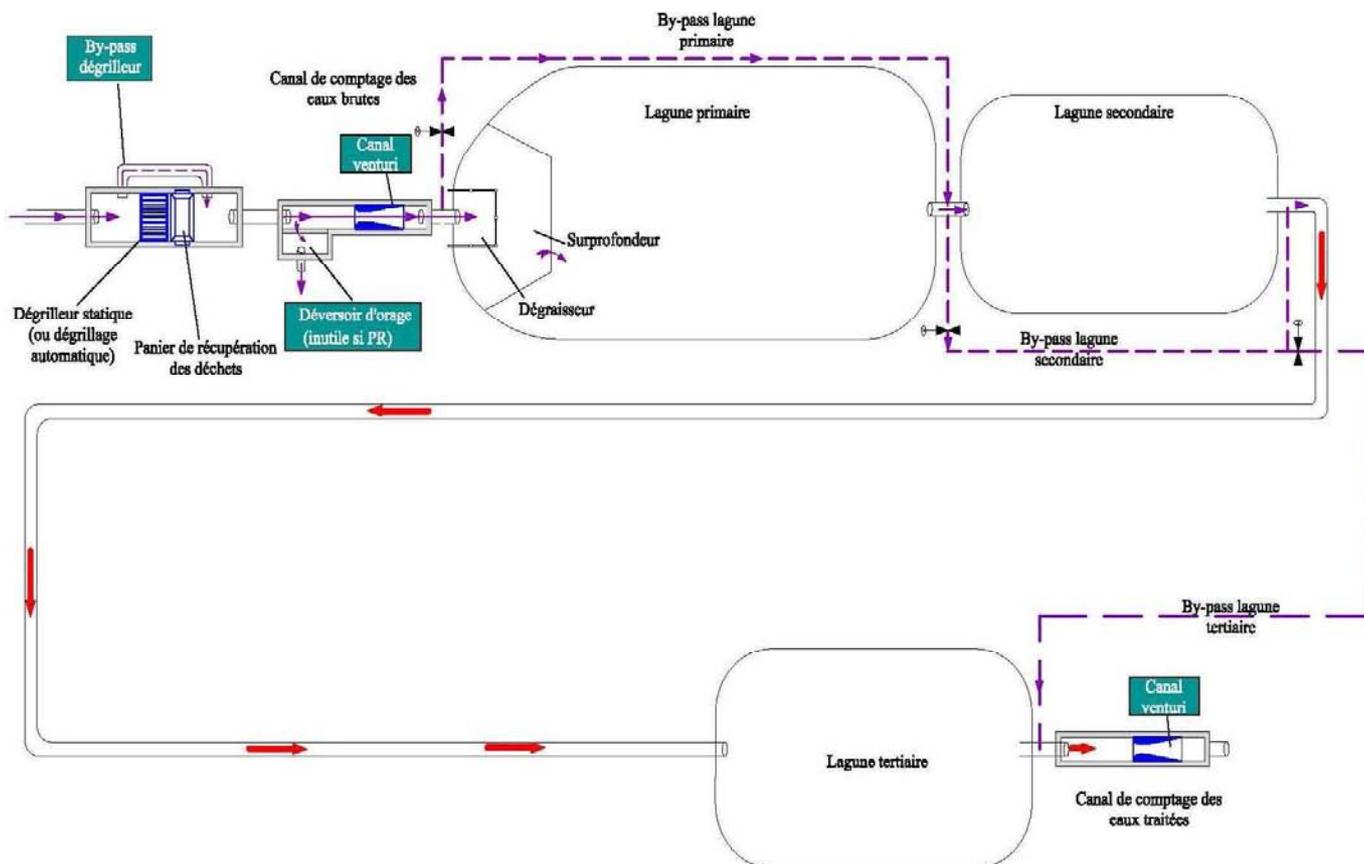
- Même si les stations de moins de 200 EH sont peu concernées par l'autosurveillance, il est utile, pour vérifier le bon fonctionnement de la station, d'installer, en entrée et en sortie, un canal de mesures de débit.

Step de Guessling Hemering - 57

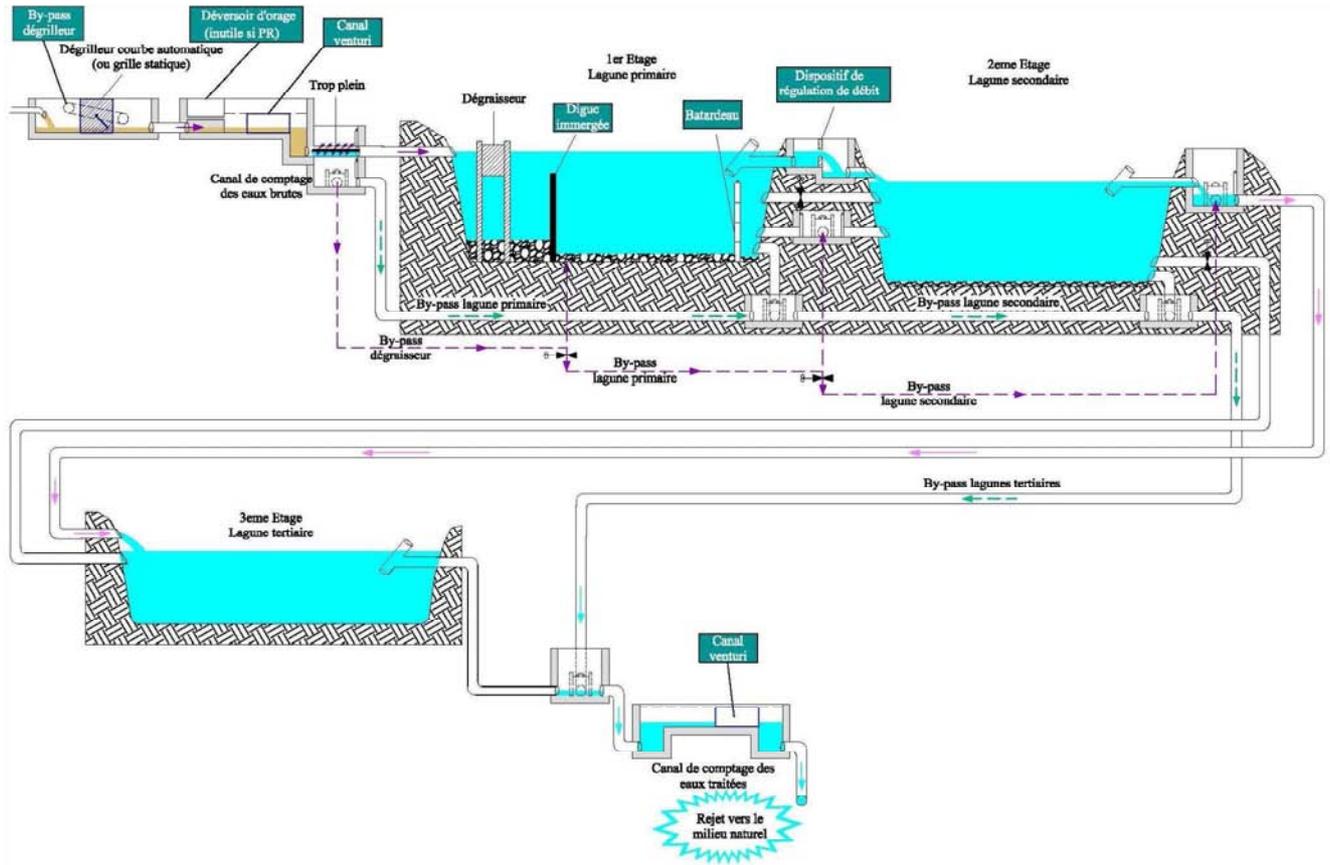


2.3 SCHÉMA SYNOPTIQUE

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
Vitesse ascensionnelle dégraisseur	m ³ /m ² /h	10 à 20	10 à 20
Hauteur immergée paroi siphonide dégraisseur	cm	40 à 60	40 à 60
Surprofondeur du cône de sédimentation	cm	70	70
Lagunage			
Perméabilité maximale admise	m/s	10 ⁻⁸	5. 10 ⁻⁸
Temps de séjour	jours	60	80
Pente lagune non étanchée	rapport h/l	1/2,5	1/2,5
Pente lagune étanchée	rapport h/l	1/1,5	1/1,5
Lagune primaire			
Dimensionnement	m ² /EH	6	9
Profondeur	m	1,2 à 1,8	1,2 à 1,8
Temps de séjour	jours	30 à 40	50 à 55
Lagune secondaire			
Dimensionnement	m ² /EH	2,5	4,5
Profondeur	m	1,0 à 1,4	1,0 à 1,4
Temps de séjour	jours	7 à 10	15 à 20

Paramètres	Unité	Valeurs standard ⁽¹⁾	Valeurs préconisées ⁽²⁾
Lagune tertiaire			
Dimensionnement	m ² /EH	2,5	4,5
Profondeur	m	1,0 à 1,2	1,0 à 1,2 (sans macrophytes) 0,3 à 0,4 (avec macrophytes)
Temps de séjour	jours	7 à 10	5 à 15

⁽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
<ul style="list-style-type: none"> - Bassins vides - Remplissage difficile - Pas de débit en sortie - Baisse notable du niveau en période sèche 	<ul style="list-style-type: none"> - Infiltrations dues à une étanchéité insuffisante - Interaction avec la nappe phréatique - Présence récupérée d'un ancien drainage - Installation sous chargée hydrauliquement 	<ul style="list-style-type: none"> - Réaliser une étude de sol sérieuse (forage, excavation, mesure de perméabilité) - Respecter une marge de 20 cm au moins entre le niveau le plus bas du terrassement et le niveau haut de la nappe en sous-sol (frange capillaire) - Imperméabiliser le fond des bassins (argile, géomembrane, etc.) - Ajouter un apport d'eaux claires
<ul style="list-style-type: none"> - Prolifération des lentilles d'eau entraînant un couvercle végétal empêchant l'oxygénation et le développement d'algues (poussissement de l'eau). 	<ul style="list-style-type: none"> - Faible charge - Bassin secondaire ou tertiaire sous chargé organiquement - Elévation de la température - Forte concentration en azote, phosphore, calcium ou magnésium 	<ul style="list-style-type: none"> - Lutte biologique : sédentarisation de canards - Ne pas utiliser de désherbant ou autre produit chimique (toxicité pour les poissons) - Elimination manuelle ou mécanique après concentrations en un point du bassin (par le vent)
<ul style="list-style-type: none"> - Dégradation des berges 	<ul style="list-style-type: none"> - Erosion due à l'absence de gazon 	<ul style="list-style-type: none"> - Ne pas utiliser de désherbants pour l'entretien des berges
	<ul style="list-style-type: none"> - Activité des rongeurs 	<ul style="list-style-type: none"> - Lutte contre les rongeurs
<ul style="list-style-type: none"> - Montée du niveau d'eau en période de crue 	<ul style="list-style-type: none"> - Canalisation de rejet immergée par le milieu récepteur (principe des vases communicants) 	<ul style="list-style-type: none"> - Placer la canalisation de façon à limiter l'introduction d'eaux claires vers la lagune (possibilité de clapets anti retour)
	<ul style="list-style-type: none"> - Inondation du système par la rivière 	<ul style="list-style-type: none"> - Construire des digues dépassant d'au moins 50 cm le niveau de crue
	<ul style="list-style-type: none"> - Communication avec la nappe (mauvaise étanchéité) 	<ul style="list-style-type: none"> - Imperméabilisation du fond des bassins (argile et bentonite, éviter la pose de géo membrane)
<ul style="list-style-type: none"> - Odeurs 	<ul style="list-style-type: none"> - Mauvais entretien du prétraitement 	<ul style="list-style-type: none"> - Augmenter la fréquence de passage pour l'entretien de l'installation
	<ul style="list-style-type: none"> - Envasement de la première lagune 	<ul style="list-style-type: none"> - Assurer un contrôle régulier des boues et curer si nécessaire, même partiellement
	<ul style="list-style-type: none"> - Anaérobiose des effluents 	<ul style="list-style-type: none"> - Recirculation des eaux du dernier bassin ou apport d'eaux claires

Dysfonctionnement	Cause	Solution
	- Effluents septiques fermentescibles	- Eliminer les cônes de sédimentation
	- Présence de purins ou autres eaux usées non domestiques (lait, etc.)	- Interdire les rejets de purins et autres rejets non domestiques
- Virage au rouge de la lagune - Odeurs - Baisse de la qualité	- Effluents septiques (développement de bactéries photosynthétiques du soufre)	- Interdire le raccordement de fosses septiques
	- Limitation de la pénétration de lumière (flottants)	- Limiter le temps de séjour dans les réseaux ou mettre en place des systèmes de lutte contre l'H ₂ S (FeSO ₄ , aération)
- Dégradation des macrophytes	- Omniprésence de rongeurs	- Lutte contre les rongeurs
	- Introduction de canards	- Apporter des compléments alimentaires aux canards sédentarisés
	- Présence de chasseurs	- Exclure la lagune du périmètre de chasse
- Présence excessive d'algues vertes dans l'effluent traité (niveau de rejet non respecté, altération de la qualité du milieu naturel)	- Elévation de la température (été) - Installation en surcharge organique	- Ensemencement de la station par des daphnies - Plantation dense des lagunes à macrophytes - Traitement tertiaire par filtration (sables) - Extension de la lagune primaire

3 CONDITIONS D'ADAPTATION DU PROCEDE

<i>Caractéristiques du réseau d'assainissement</i>		
Type de réseau	séparatif	Oui si dimensionnement adéquat
	unitaire	Oui
<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		Excellente du fait du long temps de séjour
Variation de charge organique supérieure à 50 % de la charge organique nominale		Acceptable si le temps de séjour dans les bassins est maintenu
Concentrations limites (mg/l)	Minimum	Maximum
DBO ₅	50	300
DCO	100	700
MES	50	400
NK	10	65
PT	2	10
Taux de dilution admissible permanent (%)	minimal	100 %
	maximal	400 % (500 % sous réserve de capacité hydraulique suffisante)

Caractéristiques du site d'implantation	
Contrainte d'emprise foncière	25 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
Caractéristiques qualitatives de l'eau traitée	
Efficacité de l'élimination de la pollution carbonée	Bonne DBO ₅ : 90 % - 15 mg/l DCO : 75 % - 85 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution en matières en suspension	Satisfaisante 80 % - 25 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution azotée en NK	Satisfaisante 70 % - 10 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution azotée en NGL	Satisfaisante 70 % - 10 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution phosphorée	Acceptable 60 % - 3 mg/l
Efficacité de l'élimination bactériologique (E. Coli)	Bonne 3 à 4 unités log

4 PERFORMANCES

Objectif (circulaire du 17/02/97) : D3

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 EH₆₀, construites après 1990. 302 bilans ont été exploités. 47 bilans ont été retirés pour une charge hydraulique trop forte et 24 pour une charge organique trop élevée.

Les performances ne tiennent pas compte de la faible part de pollution infiltrée dans le sol en cas d'étanchéité naturelle des bassins.

4.1 CONCENTRATIONS ET RENDEMENTS MOYENS

	RENDEMENT EPURATOIRE PAR PARAMETRE (%)					
	DBO ₅	DCO	MES	NK	NGL	PT
Valeurs annoncées ¹	/	75	80	60 à 70	/	60 à 70
Valeurs observées ²	90	75	80	70	70	60

	CONCENTRATION MINIMALE DE L'EAU TRAITEE PAR PARAMETRE (mg/l)					
	DBO ₅	DCO	MES	NK	NGL	PT
Valeurs annoncées ¹	/	125	150	/	/	/
Valeurs observées ²	15	85	25	10	10	3

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	15,9	85,6	27,7	6,4	11,3	0,21	0,70	11,9	2,8
Maximum	110	322	192	29,8	57	1,3	7,8	57,2	14,3
Minimum	1	7	1	0,1	1	0,01	0,04	1,4	0,1
Ecart type	14,9	54,6	27,0	5,6	8,1	0,25	1,16	7,99	2,0
IC 95 %	[13,1 - 18,8]	[75,4 - 95,9]	[22,6 - 32,8]	[5,4 - 7,5]	[9,7 - 12,8]	[0,1 - 0,3]	[0,5 - 0,9]	[10,4 - 13,4]	[2,4 - 3,2]

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

Rendement épuratoire (%)	DBO ₅ eb	DCO eb	MES	NH ₄	NK	NGL	Pt
Moyenne	87,3	74,0	78,0	77,2	71,0	70,5	59,2
Maximum	100,0	98,6	99,5	100,0	97,6	97,1	100,0
Minimum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ecart type	0,16	0,20	0,257	0,23	0,22	0,21	0,25
IC 95 %	[84,3 - 90,2]	[70,2 - 77,8]	[73,3 - 82,8]	[72,8 - 81,7]	[66,9 - 75,2]	[66,5 - 74,4]	[54,6 - 63,8]

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	16,1	88,0	27,3	5,935	10,8	0,227	0,476	11,3	2,9
Maximum	110	322	192	24,1	57	0,01	0,04	57,2	14,3
Minimum	1	7	1	0,1	1	1,3	7,8	1,4	0,1
Ecart type	15,84	57,23	27,25	5,022	7,52	0,261	0,908	7,49	2,10
IC 95 %	[12,8 - 19,5]	[75,9 - 100]	[21,6 - 33,1]	[4,9 - 7,0]	[9,2 - 12,4]	[0,1 - 0,3]	[0,3 - 0,7]	[9,7 - 12,8]	[2,5 ; 3,4]

Rendement épuratoire (%)	DBO ₅ eb	DCO eb	MES	NH ₄	NK	NGL	Pt
Moyenne	88,3	75,3	79,6	81,6	74,8	74,3	61
Maximum	0,0	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0	0,0
Minimum	100,0	98,6	99,5	100,0	97,4	97,0	100,0
Ecart type	0,15	0,19	0,25	0,18	0,18	0,18	0,23
IC 95 %	[85,1 - 91,4]	[71,2 - 79,4]	[74,4 - 84,8]	[77,6 - 85,5]	[70,9 - 78,7]	[70,5 - 78,1]	[56,1 - 65,8]

IC95 % : intervalle de confiance à 95 %

4.4 PERFORMANCES PARTIELLES (en sortie de 1^{er} et 2^{ème} bassin)

Source : 41 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	71	53	56	48	45
	Intervalle de confiance à 95 %	[67.3% - 75.3%]	[48.6% - 58.3%]	[49.1% - 63.3%]	[41.9% - 53.7%]	[39% - 50.9%]
Sortie étage 2	Moyenne	80	63	62	66	55
	Intervalle de confiance à 95 %	[76.1 - 83.1]	[57.6 - 67.6]	[54.8 - 69.5]	[59.7 - 71.3]	[48.9 - 60.2]

		CONCENTRATION MINIMALE DE L'EAU TRAITEE PAR PARAMETRE (mg/l)				
		DBO ₅	DCO	MES	NK	PT
Sortie étage 1	Moyenne	44	182	72	21	3.9
	Intervalle de confiance à 95 %	[37.6 - 49.4]	[160.6 - 202.5]	[62.2 - 81.5]	[19.2 - 22.9]	[3.5 - 4.4]
Sortie étage 2	Moyenne	25	124	54	13	3.3
	Intervalle de confiance à 95 %	[21.7 - 28.1]	[111.7 - 136.5]	[46.3 - 61.8]	[11.5 - 14.6]	[2.9 - 3.8]

4.5 COMMENTAIRES

Les rendements en DBO₅ et DCO sont parfois altérés par la présence d'algues vertes dans l'effluent traité. Sur eau filtrée, les performances de la station sont supérieures à 90% pour la DBO₅ et 80% pour la DCO. Toujours en absence d'algues, les rendements en MES atteignent, voire dépassent, 90%

La concentration de l'effluent traité en nitrates est généralement faible en raison d'une nitrification moyenne.

Les performances du lagunage vis-à-vis du phosphore peuvent atteindre des valeurs avoisinant 80% notamment les premières années après la mise en route avec un bassin à macrophytes. Par la suite, ces rendements ont tendance à diminuer en raison du relargage du phosphore contenu dans la vase et ceci jusqu'au prochain curage.

On observe un abattement des germes pathogènes de 3 à 4 unités log voire davantage en été.

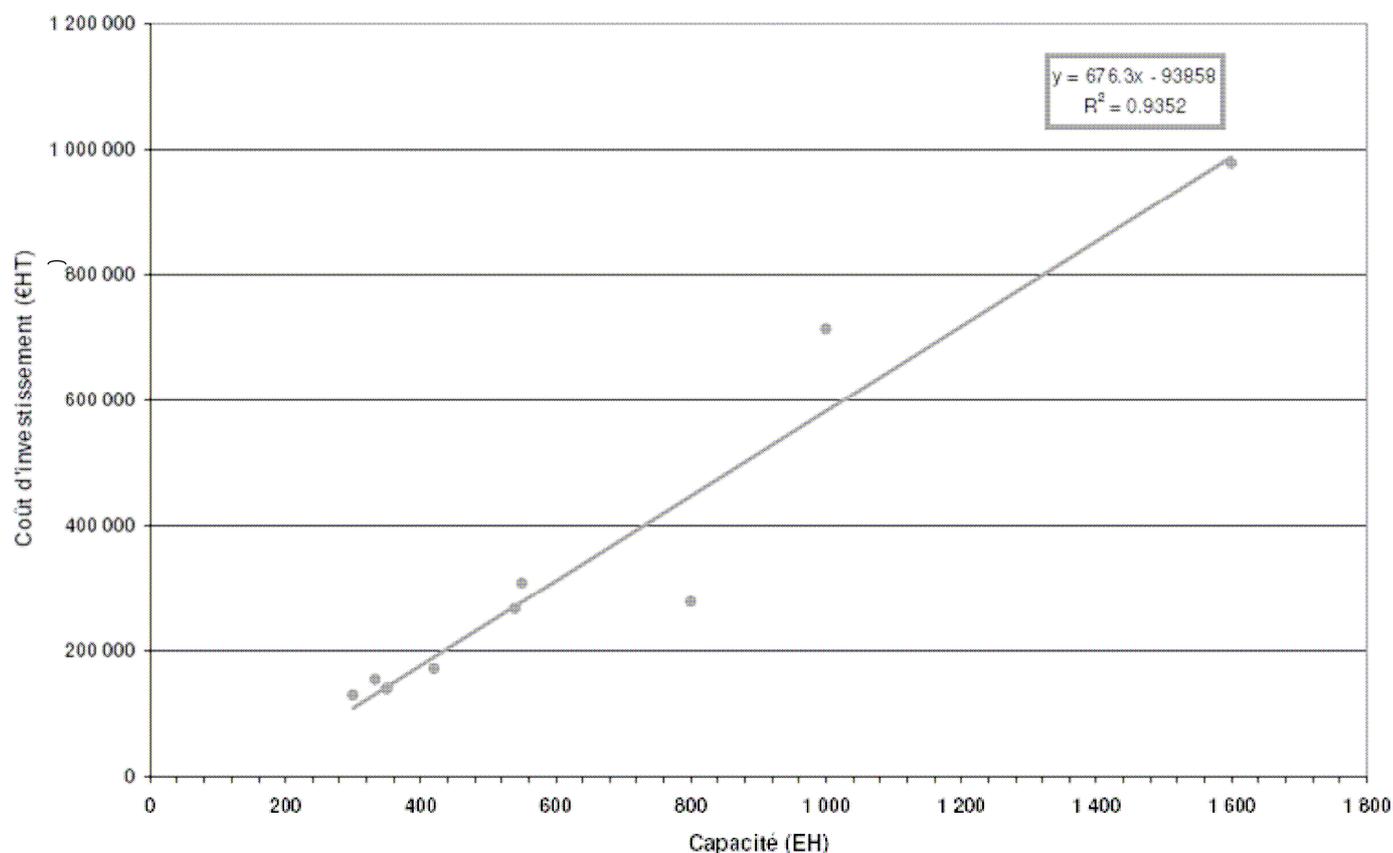
En période d'étiage, au moment où le milieu naturel est le plus fragile, le débit rejeté en sortie lagune est généralement insignifiant voire nul en raison du volume d'eau évaporé qui peut atteindre 5 à 7 l/m²/jour.

En terme de rendements épuratoires, l'influence saisonnière est très marquée. L'été, le comportement de la lagune est stable, avec un optimum épuratoire relativement indépendant du dimensionnement. Par contre, en hiver, il semble que l'on observe un lien entre le dimensionnement surfacique et l'abattement en NH₄ (le rendement s'améliore avec la surface).

VOLET FINANCIER

1 COUT D'INVESTISSEMENT

Source : 9 décompositions de prix forfaitaires ou DGD des stations d'épuration du bassin Rhin-Meuse incluant 10% de frais divers (période 1996-2006) - 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

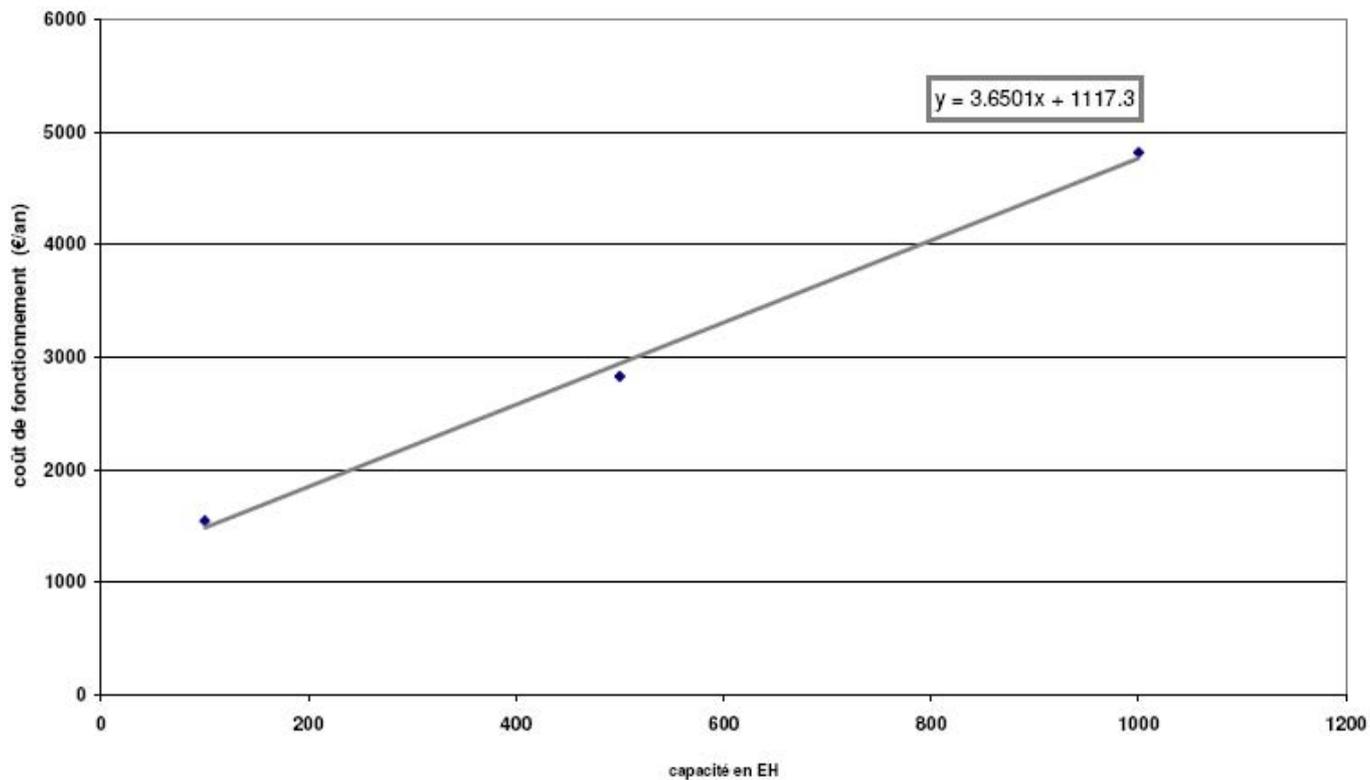
Le coût d'exploitation annuel théorique intègre les frais de main d'œuvre, les frais énergétiques liés au processus de traitement et les frais d'extraction et valorisation en agriculture des boues d'épuration liquides dans un rayon de 5 km autour de la station d'épuration. Ce coût ne comprend pas les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

2.1 DESCRIPTION DES OPERATIONS D'EXPLOITATION

Capacité (EH)		100 EH			500 EH			1000 EH		
Opération	Coût horaire	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel
Prétraitements										
Dégrillage	18	1 x / sem	0,25	234	1 x / sem	0,25	234	1 x / sem	0,25	234
Cloison siphonide	18	1 x / sem	0,08	78	1 x / sem	0,08	78	1 x / sem	0,08	78
Lagunes										
Inspection des bassins	18	1 x / sem	0,1	94	1 x / sem	0,15	140	1 x / sem	0,25	234
Curage du cône de décantation de la lagune I	18	1 x / an	3	54	1 x / an	5	90	1 x / an	8	144
Faucardage, fauchage	18	3 j x / an	24	432	9 j x / an	36	648	9 j x / an	72	1296
Divers										
Lutte contre les rongeurs	18	1 x / an	4	72	1 x / an	6	108	1 x / an	8	144
Tenue du cahier de bord	18	1 x sem	0,17	156	1 x sem	0,17	156	1 x sem	0,17	156
Imprévus - gros entretien										
	18	1 x / an	12	216	1 x / an	18	324	1 x / an	24	432
Total personnel				1 336			1 778			2 718

Capacité (EH)		100 EH			500 EH			1000 EH			
Opération	Coût horaire	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	
Extraction + épandage boues	15	1 x / 10 ans 0,1 x / an	14	210	1 x / 10 ans 0,1 x / an	70	1 050	1 x / 10 ans 0,1 x / an	140	2 100	
SYNTHESE											
Total fonctionnement (€)				1 546				2 828			4 818
Total fonctionnement / EH (€/EH)				15,5				5,7			4,8

2.2 GRAPHIQUE COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL



SYNTHESE

AVANTAGES	INCONVENIENTS
Bonne protection du milieu naturel d'autant plus qu'en période d'étiage les volumes rejetés sont insignifiants.	Grande emprise au sol
Pas de consommation énergétique si la dénivelée est favorable	Coûts d'investissement élevés si le sol est perméable ou instable
Peu d'exploitation avec une fiabilité du traitement élevée	Performances pouvant être altérées en DBO ₅ , DCO et MES par la présence d'algues vertes (ces chlorelles sont toutefois moins néfastes pour le milieu naturel qu'une source de pollution domestique)
Elimination intéressante de l'azote, du phosphore et des germes pathogènes en été	Procédé inadapté pour le traitement des effluents non domestiques (sinon dégagements d'odeurs)
S'adapte très bien aux variations hydrauliques du fait du long temps de séjour	Procédé réservé aux réseaux unitaires ou du moins pour des eaux usées strictement domestiques dans la concentration en DBO ₅ n'excédant pas 300 mg/l
Génie civil simple	Maîtrise limitée de l'équilibre biologique et des processus épuratoires
Bonne intégration paysagère	
Pas de nuisance sonore	
Boues de curage stables (sauf celles en tête du premier bassin) avec une fréquence de curage pour la zone proche de l'alimentation de 10 à 15 ans.	

DOMAINE D'APPLICATION

Conseillé 400 - 2000 EH₅₀

Observé 300 - 2500 EH₅₀

VOLET TECHNIQUE

1 PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

1.1 PRINCIPE

Le lagunage aéré est une technique d'épuration biologique par culture libre avec un apport artificiel d'oxygène.

Dans l'étage d'aération, les eaux usées sont dégradées par des micro-organismes qui consomment et assimilent les nutriments. Le principe de base est le même que celui des boues activées avec une densité de bactéries faible et l'absence de recirculation.

L'oxygénation est assurée par un aérateur de surface ou une insufflation d'air. La consommation électrique de chacun de ces deux procédés est similaire à celle d'une boues activées.

Dans l'étage de décantation, assuré principalement par une ou deux simples lagunes, les matières en suspensions (amas de micro organismes et de particules piégées) s'agglomèrent lentement sous forme de boues. Ces dernières doivent être régulièrement extraites.

Le curage est facilité en présence de deux bassins qu'il est possible de by-passer séparément.

La floculation des boues est peu prononcée (lagune de décantation à surdimensionner).



Le lagunage aéré se différencie des boues activées par l'absence de maintien d'une concentration fixée de micro-organismes (pas de recirculation). Cela conduit à prévoir des temps de séjour plus longs, plus favorables à une bonne adaptation du système aux variations de qualité de l'effluent à traiter. Ce procédé a un bon comportement vis-à-vis des effluents dilués ou si les débits ne sont pas bien équilibrés.

Il existe deux formes de lagunage aéré :

- le lagunage aéré strictement aérobie : il faut une aération suffisante pour maintenir le bassin en aérobose et l'ensemble des particules en suspension
- le lagunage aéré aérobie/anaérobie facultatif : il y a formation de dépôt qui évolue en milieu anaérobie

Le premier cas est très peu utilisé car il est grand consommateur d'énergie.

La seconde solution est rencontrée plus fréquemment : elle s'apparente au lagunage naturel par l'épuration des eaux usées par échange eau/sédiment.

1.2 UTILISATION

Le lagunage aéré est reconnu comme un procédé d'épuration efficace, notamment au niveau des charges oxydables (90%).

Au niveau de l'azote ammoniacal et des ortho phosphates, les performances sont plus limitées : de l'ordre de 45 %.

Les performances sont fonction de la température (activité des microorganismes), de la charge appliquée et donc de la dilution des eaux entrantes.

2 CONCEPTION.

2.1 GENERALITES

Le lagunage aéré est une technique d'épuration biologique par culture libre avec un apport artificiel d'oxygène.

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

2.2.1 Prétraitement.

2.2.1.1 Dégrillage (Obligatoire pour les communes de plus de 200 EH - arrêté du 21 juin 1996 – article 22).

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



Améliorations utiles

- Un by-pass de grille est indispensable.

2.2.1.2 Dessablage

Il est uniquement nécessaire pour un réseau acheminant des quantités importantes de sables.



Améliorations utiles

Pour éviter les surcharges hydrauliques et mesurer les volumes admis sur la lagune, il est conseillé d'installer l'infrastructure suivante:

Ouvrage longitudinal combiné, installé à l'aval du dégrillage, constitué, pour le cas d'un réseau unitaire et alimentation gravitaire, d'un réservoir à sable, d'un canal venturi calibré au débit maximal admissible et d'une lame déversante exutoire.

En présence d'un refoulement, avec débit de pompe calibré, la fonction déversoir sera supprimée. Avec un réseau séparatif, seul le canal de comptage sera conservé.



2.2.1.3 Dégraissage

Effectué par une cloison siphonide placée à l'arrivée des eaux usées dans la lagune d'aération.



2.2.2 Lagunes

2.2.2.1 Lagune d'aération

L'aération mécanique favorise le développement des bactéries au détriment de la population algale.



Pour limiter les dépôts qui peuvent perturber le traitement et pour prévenir la formation d'algues microscopiques, il est nécessaire de surdimensionner les aérateurs.



L'étanchéité de la lagune doit être effectuée par géomembrane pour limiter les risques de dégradation des berges dus au fort batillage de l'eau en mouvement.

Des dalles bétonnées complètent la protection contre les affouillements au droit de la turbine.

C'est dans cette lagune qu'ont lieu la croissance bactérienne et l'oxydation de la pollution organique.



De légers floccs de 0,1 mm se forment. En comparaison, avec des boues activées, ils sont dix fois inférieurs.

2.2.2.2 Lagune de décantation



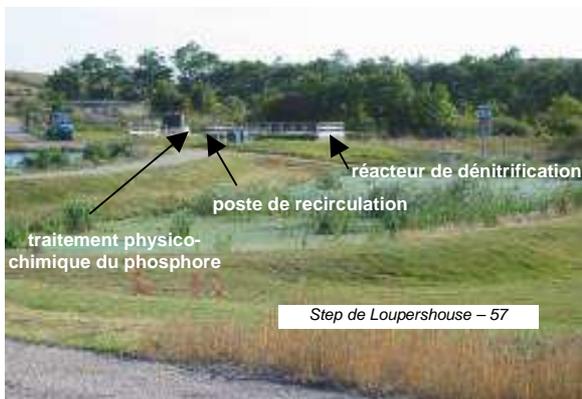
C'est le lieu de séparation physique des boues biologiques et de l'eau épurée. Cette lagune doit être régulièrement curée afin d'éviter les odeurs et la dégradation du traitement par les dépôts de boues.

La forme du bassin doit être rectangulaire avec un rapport longueur sur largeur de 2 à 3.

2.2.2.3 Lagune de finition

Améliorations utiles

- On peut y ajouter une lagune de finition de type mixte (microphytes et macrophytes) pour affiner le traitement notamment au niveau de l'azote, voire du phosphore. L'élimination de ces deux paramètres peut se faire également pour le premier au niveau d'un réacteur de nitrification avec recirculation d'une partie des effluents en tête de lagune primaire et pour le second par voie physico-chimique



2.2.3 Autosurveillance

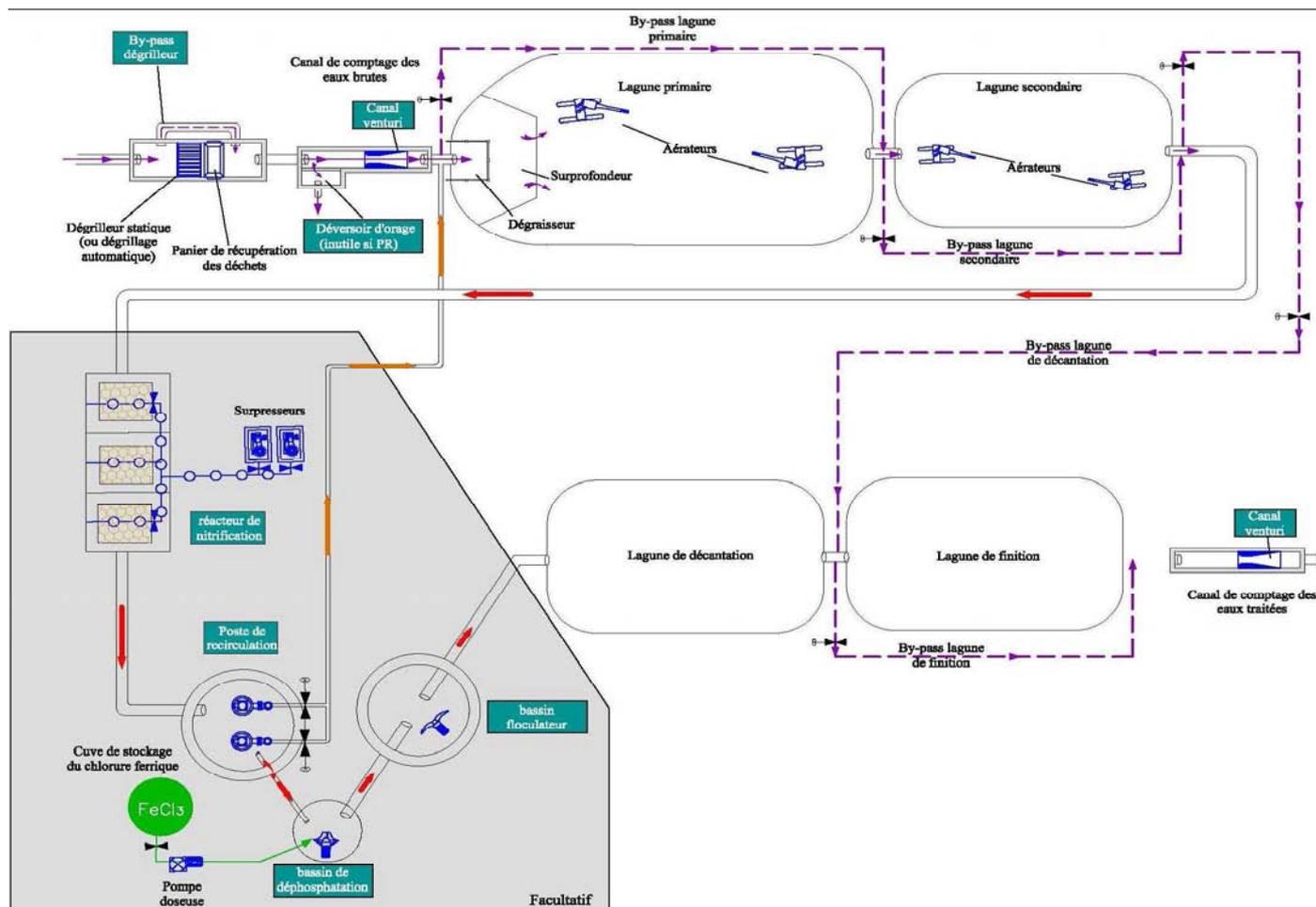
Améliorations utiles

- Même si les stations de moins de 2000 EH sont peu 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.

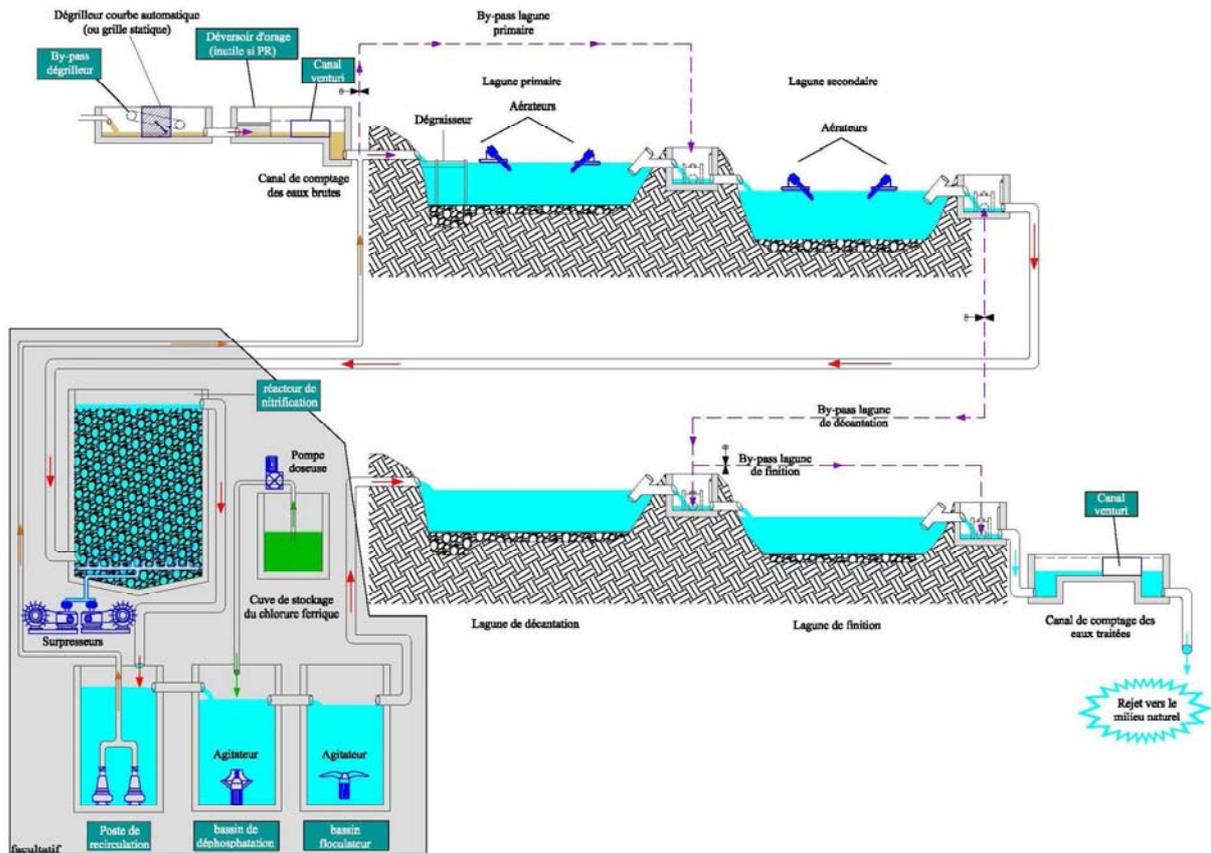


2.3 SCHÉMA SYNOPTIQUE

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⁾
Dégrillage			
Espacement des barreaux	cm	3	3
Dégraissage			
Vitesse ascensionnelle	m/h	10 à 20	10 à 20
Hauteur immergée paroi siphonide	cm	40 à 60	40 à 60
Lagune d'aération			
Dimensionnement	m ² /usager	1,5 à 3	1,5 à 3
Temps de séjour	jours	20	20
Profondeur	m	2 à 3,5 avec aérateur de surface 2,5 pour une turbine de 4 kW 3 pour une turbine de 5,5 kW > 4 pour une insufflation d'air	
Besoin en oxygène	kg O ₂ / kg DBO ₅	2	2,5
Puissance aérateur	W/m ³	5 à 6	5 à 6
Temps de fonctionnement moyen	h/j/aérateur	8	8
Lagune de décaantation			
Temps de séjour	jours	5	3 à 5
Nombre de bassins		2	1
Surface unitaire	m ² /EH ₆₀	0,3 à 0,5	0,5 à 0,7
Volume nécessaire	m ³ /usager	0,8 à 1,2	0,8 à 1,2
Profondeur	m	2	1,2 à 1,5
Lagune de finition			
Temps de séjour	jours	/	1 à 2
Nombre de bassin		/	1
Surface unitaire	m ² /EH ₆₀	/	0,5 à 0,7
Profondeur	m	/	0,3 à 1

⁽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
- Odeurs – départs de boues	- Curages trop espacés	- Curer dès que la hauteur de boues atteint 0,5 à 0,7 mètres
	- Boues trop légères et peu décantables	- Diminuer la charge massique du système en plaçant un traitement primaire en tête de station. Au cas où celle-ci est raccordée à un réseau unitaire, prévoir un trop-plein au niveau du poste de relèvement (pour maintenir un temps de séjour minimum dans l'ouvrage) - Réfléchir à l'opportunité d'une adjonction de chlorure ferrique en tête des lagunes de décantation (dans une chambre aménagée à cet effet) pour augmenter les poids des boues et traiter le phosphore
- Coloration brune - Odeurs - Difficulté de décantation	- Mauvaise aération, décantation importante dans la lagune d'aération, développement de bactéries réductrices du soufre	- Aérer en continu jusqu'à disparition des odeurs au-dessus de la lagune d'aération (en général 24 heures au moins)
	- Prolifération de bactéries filamenteuses	- Optimiser la répartition de l'énergie de brassage et d'aération (certaines turbines flottantes ont de mauvais rendements d'oxygénation) - Appliquer en dernier recours de l'eau de Javel en quantité très faible (les bactéries filamenteuses étant très sensibles au chlore)
- Rejet d'algues vertes	- Cycle d'aération peu ou pas adapté à la charge polluante	- Régler les plages d'oxygénation et de repos en enregistrant sur des périodes suffisamment longues et différentes (temps sec et pluie) l'oxygène et le redox dans les bassins
	- Station surchargée	- Introduction de daphnies dans la lagune de décantation ou de finition

3 CONDITIONS D'ADAPTATION DU PROCEDE

<i>Caractéristiques du réseau d'assainissement</i>		
Type de réseau	séparatif	Oui
	unitaire	Oui
<i>Caractéristiques qualitatives et quantitatives de l'influent</i>		
Nature	domestique	Oui
	non domestique	en quantité limitée (hors toxique, hydrocarbures, graisses)
Variation de débit supérieure à 300 % du débit moyen de temps sec		Passagère

Variation de charge organique supérieure à 50 % de la charge organique nominale		Passagère Relative inertie grâce au temps de séjour
Concentrations limites (mg/l)	Minimum	Maximum
DBO ₅	60	500
DCO	150	1000
MES	60	500
NK	15	100
PT	2,5	15
Taux de dilution admissible permanent (%)	minimal	100 %
	maximal	300 % (sous réserve de capacité hydraulique suffisante)
Caractéristiques du site d'implantation		
Contrainte d'emprise foncière		8 m ² /EH
Procédé adapté à un site sensible aux nuisances olfactives		Oui
Procédé adapté à un site sensible aux nuisances sonores		Non
Procédé adapté à un site ayant une contrainte paysagère		Oui
Portance du sol nécessaire		Moyenne
Caractéristiques qualitatives de l'eau traitée		
Efficacité de l'élimination de la pollution carbonée		Bonne DBO ₅ : 90 % - 15 mg/l DCO : 80 % - 85 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution en matières en suspension		Satisfaisante 85 % - 30 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution azotée en NK		Acceptable 60 % - 20 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution azotée en NGL		Acceptable 60 % - 20 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution phosphorée		Acceptable 50 % - 4 mg/l
Efficacité de l'élimination bactériologique (E. Coli)		Bonne 3 à 5 unités log

4 PERFORMANCES

Objectif (circulaire du 17/02/97) : D2

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 EH₆₀, construites après 1990. 38 bilans ont été exploités. 7 bilans ont été retirés pour une charge hydraulique trop forte et 7 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	80	80	80	25 à 30	20 à 30	25 à 30
Valeurs observées ²	93	82	87	60	60	50
	CONCENTRATION MINIMALE DE L'EAU TRAITEE PAR PARAMETRE (mg/l)					
	DBO ₅	DCO	MES	NK	NGL	PT
Valeurs annoncées ¹	35	100	30	/	/	/
Valeurs observées ²	17	96	32	22	23	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

4.2 VALEURS STATISTIQUES POUR L'ANNEE COMPLETE

Concentrations eau traitée (mg/l)	DBO5eb	DCO eb	MES	NH4	NK	NO ₂	NO ₃	NGL	Pt
Moyenne	17,5	95,7	31,6	16,5	21,9	0,46	1,06	22,7	3,9
Maximum	59	193	113	34,6	49,5	2,2	5,08	50,1	7,1
Minimum	2	23	2,4	0,1	1,9	0,014	0,1	1,9	1,1
Ecart type	14,8	56,4	30,7	11,5	13,7	0,6	1,3	13,6	1,5
IC 95 %	[10,7 - 24,4]	[69,5 - 121,8]	[17,4 - 45,8]	[11,2 - 21,8]	[15,5 - 28,2]	[0,08 - 0,8]	[0,3 - 1,8]	[16,4 - 29,0]	[3,1 - 4,6]

Rendement épuratoire (%)	DBO ₅ eb	DCO eb	MES	NH4	NK	NGL	Pt
Moyenne	92,8	82,1	87,1	57,4	60,6	60,1	49,6
Maximum	99,5	96,0	99,4	99,6	95,6	95,6	83,3
Minimum	76,0	43,9	47,7	0	0	0	0
Ecart type	0,057	0,112	0,125	0,286	0,241	0,239	0,237
IC 95 %	[90,1 - 95,4]	[77,0 - 87,3]	[81,4 - 92,9]	[44,1 - 70,6]	[49,5 - 71,8]	[49,1 - 71,2]	[38,6 - 60,5]

IC95 % : intervalle de confiance à 95 %

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

Concentration eau traitée (mg/l)	DBO5eb	DCO eb	MES	NH4	NK	NO ₂	NO ₃	NGL	Pt
Moyenne	21,7	113,6	41,8	15,4	21,8	0,6	1,2	23,0	4,2
Maximum	59	193	113	34,4	49,5	2,2	5,1	50,1	7,1
Minimum	2	29	2,4	0,1	2,1	0,02	0,1	2,1	2,0
Ecart type	15,7	55,1	33,3	12,0	13,8	0,6	1,5	13,4	1,5
IC 95 %	[12,4 - 30,9]	[81,2 - 146]	[22,2 - 29,9]	[8,3 - 22,5]	[13,8 - 29,9]	[0,1 - 1,1]	[0,1 - 2,3]	[15,1 - 30,9]	[3,3 - 5,1]

Rendement épuratoire (%)	DBO ₅ eb	DCO eb	MES	NH4	NK	NGL	Pt
Moyenne	92,0	80,2	83,7	61,9	61,9	61,3	49,5
Maximum	99,2	93,5	99,2	99,6	95,6	95,6	80,9
Minimum	76,0	43,9%	47,7	0	0	0	0
Ecart type	0,059	0,121	0,143	0,298	0,257	0,256	0,244
IC 95 %	[88,5 - 95,9]	[73,1 - 92,1]	[75,3 - 92,1]	[44,3 - 79,4]	[46,8 - 77,1]	[46,3 - 76,4]	[35,2 - 63,8]

IC95 % : intervalle de confiance à 95 %

4.4 COMMENTAIRES

Les rendements épuratoires observés pour les matières carbonées sont conformes aux valeurs annoncées, à savoir 90% en DBO₅ et 80 % en DCO.

Les performances en matières en suspension sont, elles aussi, satisfaisantes (85%), même si l'effluent rejeté au milieu naturel renferme parfois quelques algues (notamment en présence d'une lagune de finition à microphytes).

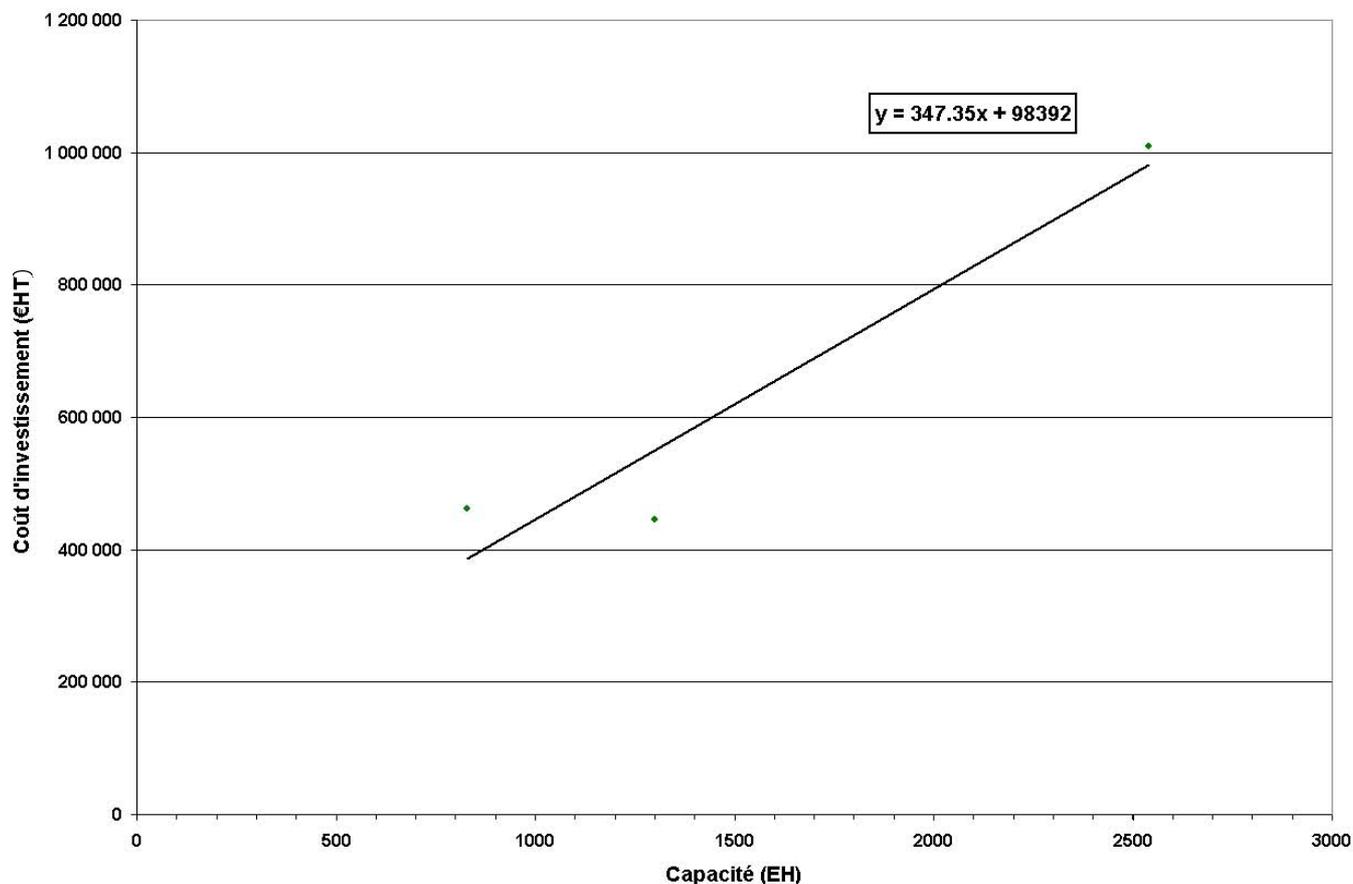
Quant aux rendements du procédé concernant l'azote et le phosphore, ils sont légèrement supérieurs aux prévisions (50 à 60 % au lieu des 40 à 50 % escomptés), notamment lors des premières années suivant la mise en service de l'installation.

On observe également un abattement des germes pathogènes de 3 à 4 unités log voire davantage en été.

VOLET FINANCIER

1 COUT D'INVESTISSEMENT

Source : 3 décompositions de prix forfaitaires ou DGD des stations d'épuration du bassin Rhin-Meuse incluant 10% de frais divers (période 1999-2006) - 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

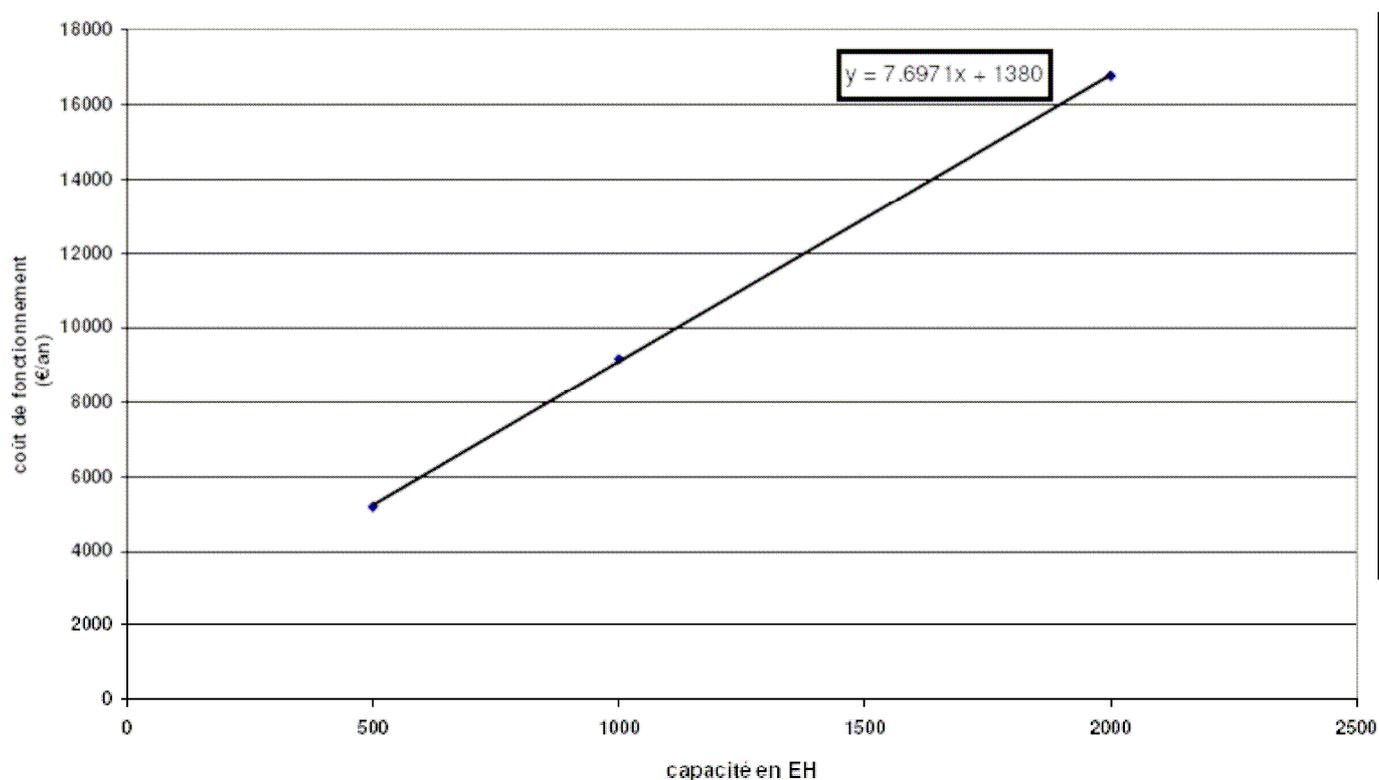
Le coût d'exploitation annuel théorique intègre les frais de main d'œuvre, les frais énergétiques liés au processus de traitement et les frais d'extraction et valorisation en agriculture des boues d'épuration liquides dans un rayon de 5 km autour de la station d'épuration. Ce coût ne comprend pas les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

2.1 DESCRIPTION DES OPERATIONS D'EXPLOITATION

Opération	500			1000			2000			
	Coût horaire	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel
Prétraitements										
Dégrillage	18	2 x / sem	0,17	312	3 x / sem	0,17	468	3 x / sem	0,17	468
Cloison siphonide	18	1 x / sem	0,08	78	1 x / sem	0,08	78	1 x / sem	0,08	78
Lagunes										
Inspection des bassins	18	1 x / sem	0,25	234	1 x / sem	0,25	234	1 x / sem	0,25	234
Régulation, programmation de l'aération	18	2 x / an	0,33	12	2 x / an	0,33	12	2 x / an	0,33	12
Faucardage, fauchage	18	6 j x / an	48	864	12 j x / an	96	1728	24 j x / an	192	3456
Divers										
Vérification, relevés des compteurs	18	1 x sem	0,17	156	1 x sem	0,17	156	1 x sem	0,17	156

Capacité de l'ouvrage (EH)		500			1000			2000			
Opération	Coût horaire	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	
Tenue du cahier de bord	18	1 x sem	0,17	156	1 x sem	0,17	156	1 x sem	0,17	156	
Imprévus - gros entretien											
	18	1 x / an	24	432	1 x / an	24	432	1 x / an	24	432	
total personnel (€)				2 244				3 264			
Opération	Coût kW/h	Fréquence	conso	Coût annuel	Fréquence	conso	Coût annuel	Fréquence	conso	Coût annuel	
électricité process	0,09		21 000	1 890		42 000	3 780		84 000	7 560	
Opération	Coût/m3	Fréquence	volume	Coût annuel	Fréquence	volume	Coût annuel	Fréquence	volume	Coût annuel	
extraction + épandage boues	15	1 x / an	70	1 050	1 x / an	140	2 100	1 x / an	280	4 200	
total fonctionnement (€)				5 184				9 144			
total fonctionnement / EH (€/EH)				10,4				9,1			

2.2 GRAPHIQUE COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL



SYNTHESE

AVANTAGES	INCONVENIENTS
Accepte les variations assez importantes de charge organique ou hydraulique	Nécessite un agent spécialisé pour l'entretien du matériel électromécanique
Accepte les effluents concentrés	Nuisance sonore possible
Accepte les effluents déséquilibrés en nutriments	Coût d'exploitation relativement élevé (forte consommation énergétique)
Bonne intégration paysagère	
Boues stabilisées	
Fréquence de curage espacée (tous les deux à cinq ans)	

DOMAINE D'APPLICATION

Conseillé 50-1000 EH₅₀Observé 50-400 EH₅₀

VOLET TECHNIQUE

1 PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

1.1 PRINCIPE

Filtration biologique aérobie sur support granulaire fin.



Step de Harréville les Chanteurs - 52

Ce système épuratoire consiste à infiltrer des eaux usées prétraitées (traitement primaire) dans un milieu granulaire insaturé sur lequel est fixée la biomasse épuratoire.

Le prétraitement a pour fonction de retenir les graisses et d'assurer la décantation des matières en suspension contenues dans l'effluent.

La filtration sur sable en milieu insaturé permet principalement d'oxyder la matière organique, de nitrifier l'azote ammoniacal (formation de nitrates) mais aussi de réduire les germes pathogènes. Les mécanismes de l'épuration par filtration font appel à la fois à des processus d'ordre physique, chimique et biologique.

Ce système d'épuration repose sur deux mécanismes :

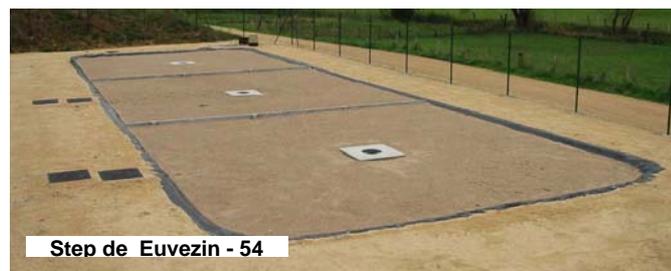
- la **filtration superficielle** : les matières en suspension résiduelles sont piégées en surface du massif filtrant et avec elles une fraction de la pollution organique (DCO particulaire)
- l'**oxydation** : le milieu granulaire constitue le réacteur biologique servant de support aux bactéries aérobies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

Le système d'alimentation est conçu de manière à obtenir une distribution uniforme de la lame d'eau à infiltrer sur la totalité de la surface disponible. Généralement, la répartition est assurée à partir d'un réservoir de chasse ou d'une pompe de relèvement

Cette alimentation séquencée permet de maintenir une concentration suffisante d'oxygène par diffusion d'air entre deux bâchées.

Le massif filtrant est constitué d'une superposition de couches de matériaux de granulométrie croissante sur une hauteur de 80 à 100 cm avec en partie haute une épaisseur de sables ni trop fin pour éviter un colmatage, ni trop gros pour éviter un passage trop rapide.

Habituellement, le dispositif construit est composé de trois massifs filtrants, un en service, les deux autres au repos avec alternance hebdomadaire. Le sable utilisé est du sable siliceux, lavé, avec une teneur en fines inférieure à 3%.



Step de Euvezin - 54

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

Step de Mazeley - 88



Pour éviter tout colmatage interne du massif, il est nécessaire de réguler le développement bactérien par alternance de l'alimentation des ouvrages. Cela est obtenu par des phases de repos pendant lesquelles les bactéries carencées sont réduites par prédation et dessiccation.

La gestion contrôlée du développement bactérien évite la mise en place spécifique d'un ouvrage de séparation eau/ boues.

On observe un séchage et un craquellement des dépôts organiques.

Les phases de repos ne sont pas trop longues pour que le processus épuratoire puisse rapidement reprendre dès l'alimentation.

Le colmatage est la cause principale des défaillances des systèmes d'infiltration-percolation.

Qu'il s'agisse d'un colmatage superficiel (accumulation de dépôts essentiellement organiques sur la plage d'infiltration) ou d'un colmatage interne (développement mal contrôlé du biofilm), le résultat est le même. Ils entraînent rapidement une diminution des capacités d'infiltration et d'oxygénation entraînant une mise en anaérobiose du massif.

La situation s'aggrave alors rapidement avec une nette dégradation de l'épuration.



Illustration d'une situation de colmatage

La prévention s'effectue normalement en respectant scrupuleusement les phases d'alimentation et de repos, en éliminant les éventuels dépôts en surface par un ratissage superficiel (< 5 cm) et en respectant la charge hydraulique quotidienne appliquée.

La lame d'eau maximale infiltrable ne saurait être supérieure à 0,9 m par jour.

Un intérêt supplémentaire à cette technique est la décontamination bactériologique des eaux usées avec des abattements mesurés intéressants.

Il a été démontré que celle-ci dépend :

- du temps de séjour moyen dans le massif filtrant
- de l'efficacité de l'oxydation
- du fractionnement des apports
- de l'homogénéité de la répartition des eaux usées sur la massif filtrant.

1.2 UTILISATION

Ce dispositif épuratoire a vu le jour aux Etats-Unis, dans les années 45. Il sert en premier lieu de traitement secondaire des petites collectivités ou de traitement tertiaire avant rejet à la nappe phréatique.

La première station française est celle de Port Leucate. Elle permet pendant la période touristique, les effluents d'une station mi-biologique, mi-physico-chimique dans un cordon dunaire.

2 CONCEPTION.

2.1 GENERALITES

L'infiltration-percolation est une filtration biologique aérobie sur support granulaire fin.

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

2.2.1 Prétraitements

2.2.1.1 Dégrillage (Obligatoire pour les communes de plus de 200 EH - arrêté du 21 juin 1996 – article 22).

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

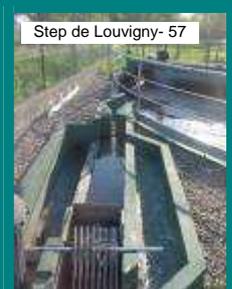


2.2.1.2 Dessableur – Chenal de mesures – Déversoir d'orage.

Améliorations utiles

Pour éviter les surcharges hydrauliques et mesurer les volumes admis sur la lagune, il est conseillé d'installer l'infrastructure suivante:

- Ouvrage longitudinal combiné, installé à l'aval du dégrillage, constitué, pour le cas d'un réseau unitaire et alimentation gravitaire, d'un réservoir à sable, d'un canal venturi calibré au débit maximal admissible et d'une lame déversante exutoire.
- En présence d'un refoulement, avec débit de pompe calibré, la fonction déversoir sera supprimée. Avec un réseau séparatif, seul le canal de comptage sera conservé.



Améliorations utiles

- Un by-pass de grille est indispensable

2.2.1.3 Décanteur-digesteur - Fosse toutes eaux - Lagune de décantation

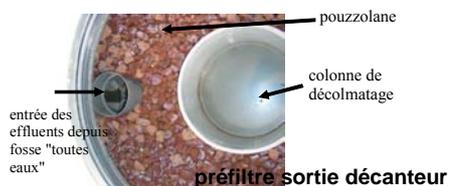
Les dispositifs suivants permettent de piéger une fraction des matières en suspension afin de limiter le colmatage des filtres :

- Décanteur-digesteur
- Fosse toutes eaux
- Lagune de décantation



Décanteur-digesteur (Mazeley – 88)

Il est rappelé que l'usage du décanteur-digesteur est fortement déconseillé pour les installations de moins de 30 EH et que la fosse "toutes eaux" est déconseillée pour une capacité supérieure à 250 EH.



Après le décanteur-digesteur (dégraissage et décantation des MES), il est conseillé d'ajouter une pré-filtration (décolloïdeur) dans le cas où les ouvrages sont recouverts de gravier ou de terre végétale, par exemple, une pré-filtration avec de la pouzzolane (20/40).

Le décanteur-digesteur peut être remplacé par une lagune de décantation avec cloison siphonide et surprofondeur en tête.



2.2.2 Alimentation des massifs filtrants

Elle doit être absolument réalisée par bâchées afin de répartir au mieux l'effluent sur l'ensemble de la surface. En effet, pour occuper correctement l'ensemble du système de répartition de l'effluent et ainsi ne pas autoriser des circuits préférentiels, il convient de stocker l'eau puis de la délivrer sous pression dans les drains d'alimentation.

La capacité de stockage doit avoir un volume légèrement supérieur à la bâchée.

Le dispositif de stockage et d'injection devra permettre d'alimenter les bassins à raison de 3 à 6 bâchées par jour.

Le système d'alimentation pourra se faire par :

- **augets basculants** : dispositifs mobiles autour d'un axe, la rotation de l'ensemble étant provoquée par le déplacement du centre de gravité lors du remplissage de l'effluent. Le volume de l'auget sera limité à 300 litres.



- **chasse pendulaire** : cuve équipée d'une vidange basse dont l'ouverture est commandée par un tube mobile. L'une des extrémités du tube fixe est reliée à l'orifice de vidange par un manchon souple. L'autre extrémité, mobile, munie d'un flotteur, peut évoluer entre deux butées correspondant au volume à vidanger.



- **pompes.**

Le système de distribution peut être une goulotte centrale à débordement, des distributeurs rotatifs (sprinkler) semblables à ceux d'un lit bactérien, un répartiteur mu par la force hydraulique qui déplace automatiquement le flux sur une portion du massif à chaque bâchée, ou des systèmes d'aspersion de type pivot d'irrigation par secteur avec des déplacements programmés automatiquement.



Le sprinkler est à utiliser avec prudence à cause de la formation d'aérosols, des émanations d'odeurs, des problèmes de tenue d'axes et du risque de colmatage des orifices.



L'alimentation est assurée à partir d'un système d'alimentation par submersion temporaire avec introduction en un point ou en de multiples points par un réseau de goulotte (tuyau entaillé tous les 30 cm et espacé de 4 à 5 mètres).

Le débit d'alimentation doit être supérieur à la capacité d'infiltration du massif ($1 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}^{-1}$)

Le débouché est équipé d'un brise-jet (surface bétonnée ou tas de cailloux) pour limiter l'affouillement.

L'alimentation est aussi possible par aspersion (pompage et installation électrique). Dans ce cas, le débit d'alimentation doit être inférieur à la capacité d'infiltration pour augmenter la durée de dénoyage et avoir une oxygénation importante. Ce système entraîne un colmatage des pores des asperseurs et une production d'aérosols.

2.2.3 Lit d'infiltration

Une étude de sol est nécessaire afin de déterminer la capacité d'infiltration du sol en place et de déterminer sa stabilité, suivie d'une étude hydrogéologique (établir le niveau haut de la nappe et sa capacité de transfert) et une étude de sensibilité du milieu récepteur.

Le nombre d'unités est fonction de la surface totale de massif filtrant et de la surface maximale de l'unité d'infiltration compatible avec une répartition uniforme de l'effluent sur cette même unité.



Le massif peut être constitué de plusieurs matériaux : du sable calibré dunaire, du sable de maçon, des alluvions (mais trop hétérogènes d'où existence de cheminements préférentiels) ou de la tourbe ou encore avec un matériau avec une forte surface spécifique (zéolithe).

Par expérience, afin de garantir une bonne durée de vie, les caractéristiques du sable sont les suivantes :

- $0,25 < d_{10} < 0,4$ mm
- CU (coefficient d'uniformité = d_{60}/d_{10}) compris entre 3 et 6
- teneur maximale en fine de 2,5 %

La qualité du sable utilisé pour le massif filtrant est prépondérante pour la qualité du traitement. En effet, la perméabilité initiale doit être suffisante pour garantir une vitesse d'infiltration adaptée après colonisation par la biomasse épuratrice.

La ventilation des filtres est souvent facilitée par la présence de "cheminées d'aération" permettant le transit de l'oxygène vers le fond ou le cœur du massif.



Prévoir un trop plein de 20 à 30 cm au-dessus de la surface d'infiltration pour l'évacuation de la charge hydraulique en cas d'un éventuel colmatage du massif.



Cela évite l'immersion prolongée et les problèmes d'aération. Ce trop-plein doit être dirigé vers un système de traitement ou un bassin de stockage.

2.2.4 Rejet

Le rejet peut se faire de plusieurs manières

- soit directement dans la nappe phréatique (dans ce cas, il est utile de prévoir des piézomètres afin de pouvoir caractériser la qualité de l'effluent infiltré).
- soit étanché et drainé : grâce à une géomembrane et une couche de gravier (20/40) de 30 à 40 cm dans laquelle est enterré un réseau de tuyaux de section de 120 mm entaillés tous les 30 cm (vers le bas) et séparés de 4 mètres.



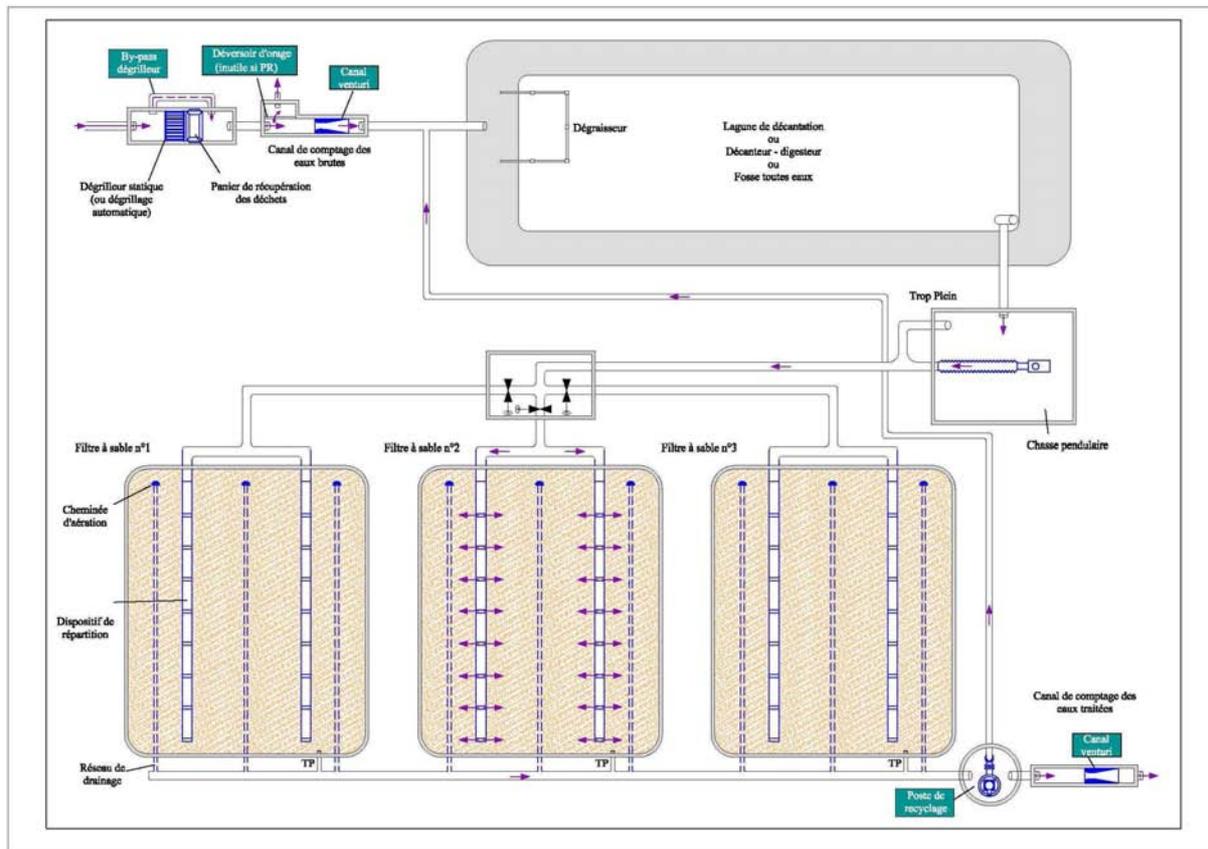
2.2.5 Autosurveillance

Améliorations utiles

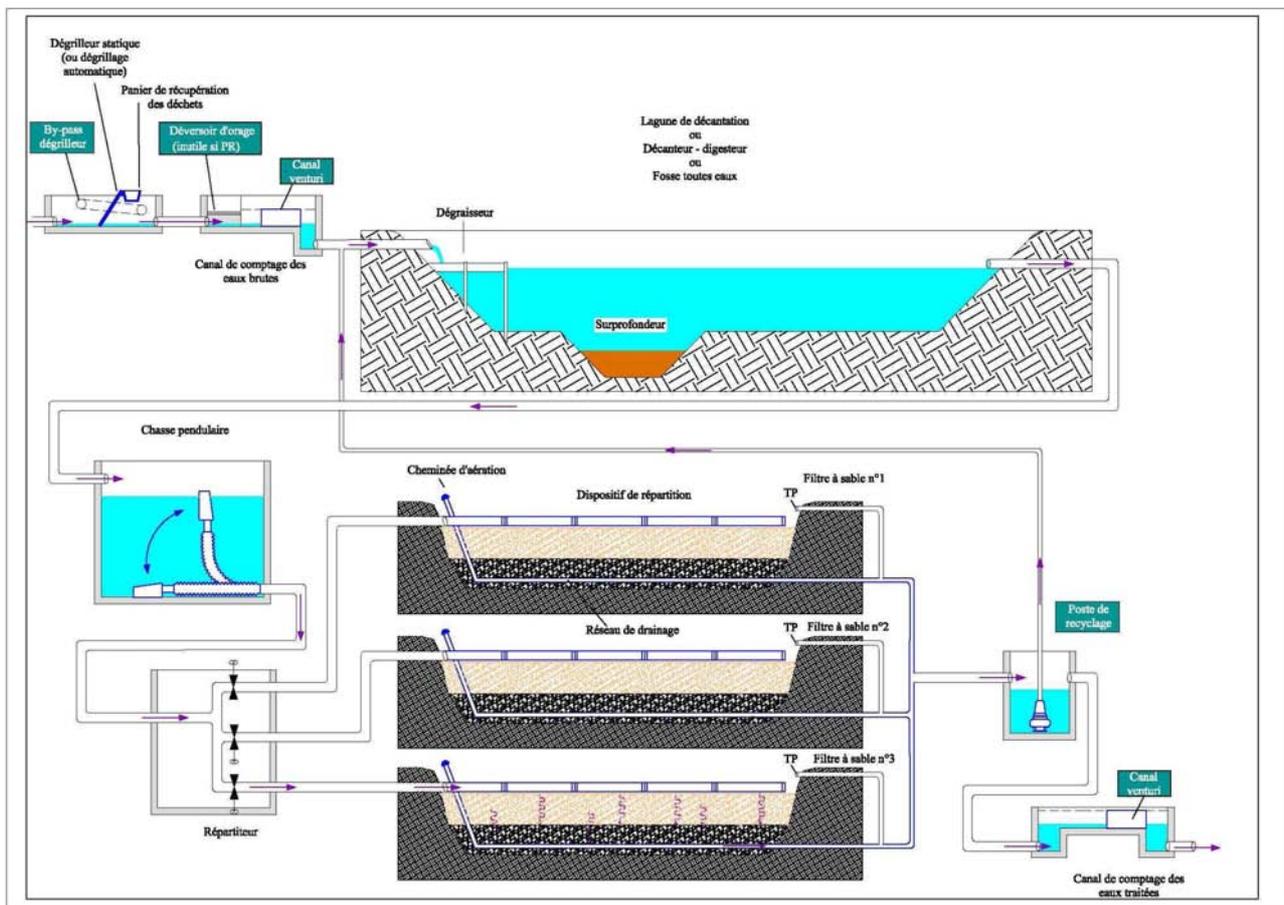
Même si les stations de moins de 2000 EH sont peu concernées par l'autosurveillance, il est utile, pour vérifier le bon fonctionnement de la station, d'installer, en entrée et en sortie, un canal de mesures de débit.

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
Décanteur-digesteur			
Vitesse ascensionnelle	m/h	1 à 1,5	1,5
Temps de séjour	h	1,5	/
Volume de digestion		1 à 1,5 x Vadmis	1,5 x Vadmis
Lagune de décantation			
Charge appliquée	gDBO ₅ /m ³ .j ⁻¹	100	/
Temps de séjour (réseau unitaire)	jour	2 à 5	2 à 5
Temps de séjour (réseau séparatif)	jour	8 à 10	10
Profondeur	m	2,5 à 3,5	1,5 maxi
Surprofondeur fosse à boues	m	/	0,5
Lit d'infiltration			
Nombre de bâchées		3 à 6 /jour	3 à 6 /jour
Hauteur lame d'eau apportée par une bâchée	cm	3 à 5	3 à 5
Hauteur lame d'eau moyenne journalière (rapportée à la surface totale de filtration)	cm/j	15	15
Hauteur lame d'eau maximale journalière (rapportée à la surface d'un lit de filtration)	cm/j	90	90
Nombre de lits		3 ou multiple de 3	3 ou multiple de 3
Dimensionnement lit non couvert	m ² /EH ₆₀	1,5	2
Dimensionnement lit couvert	m ² /EH ₆₀	3	4
Hauteur massif (avec ou sans élimination des germes pathogènes)	m	- 0,8 à 1 sans élimination - 2,5 à 3 (abattement de 2 ulog) - 3 (abattement de 3 ulog)	- 0,8 à 1 sans élimination de germes - 1,5 avec abattement de 2 à 4 ulog

⁽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	- Colmatage de la plage d'infiltration	- Basculer sur un autre bassin. Assurer une période de séchage au moins égale au double du temps de fonctionnement
	- Remontée de la nappe phréatique, saturation du massif	- Mettre en œuvre un système de drainage de la nappe sous massif
- Odeurs	- Durée d'alimentation du filtre en service trop élevée	- Augmenter les fréquences de rotation des ouvrages
	- Accumulation de déchets ou de boues dans les ouvrages de prétraitement	- Assurer un entretien régulier des ouvrages de prétraitement (curage, nettoyage)
	- Colmatage avancé de la plage d'infiltration	- Basculer sur un autre filtre

Dysfonctionnement	Cause	Solution
- Colmatage rapide des plages d'infiltration	- Dysfonctionnement du prétraitement : départ de boues et/ou dégraissage inefficace (enrobage des grains)	- Assurer un prétraitement efficace : - en adaptant les ouvrages existants (par augmentation de la fréquence de curage et d'extraction des graisses), - en mettant en œuvre en parallèle en ouvrage supplémentaire, - en remplaçant le dégrillage classique par un système plus performant
	- Phase de repos trop courte	- Augmenter la durée de séchage
	- Aération insuffisante du massif	- Diminuer le volume des bâchées en augmentant la fréquence d'alimentation (charge journalière inchangée)
		- Prévoir un filtre supplémentaire pour diminuer la charge hydraulique journalière appliquée sur l'installation
	- Mauvais fonctionnement du répartiteur (arrosage du même massif)	- Rétablir le fonctionnement du répartiteur
	- Scarification insuffisante, dépôts non éliminés	- Evacuer les dépôts (scarification trop énergique à proscrire)
- Colmatage support	- Remplacer le matériau de filtration	
- Immersion prolongée en période de fortes pluies	- Charge hydraulique journalière cumulée trop importante (quantité d'eau pluviale et d'eaux usées dépassant la capacité nominale)	- Prévoir un trop plein à 20-30 cm de la plage d'infiltration pour l'évacuation des surcharges pluviales vers un stockage ou une surface de traitement prévue à cet effet
		- Diminuer le volume des bâchées en augmentant la fréquence d'alimentation (charge journalière inchangée)
	- Remontée de la nappe phréatique, saturation du massif	- Mettre en œuvre un système de drainage de la nappe sous massif
- Prise en masse du support - Colmatage progressif et irréversible	- Influent fortement chargé en carbonate de calcium, prise en masse au contact du sable - Sable calcaire, riche en aluminium (prise en masse au contact de l'eau)	- Utiliser un sable lavé non calcaire - Changer régulièrement les couches colmatées du massif si aucune autre solution n'est acceptable
- Concentration importante en azote organique et ammoniacal en sortie - Dénitrification poussée au sein du système	- Aération insuffisante du massif	- Augmenter la durée de ressuyage (diminution du colmatage) - Eviter de couvrir les bassins (faucardage, désherbage, ratissage réguliers) - Diminuer le volume des bâchées en augmentant la fréquence d'alimentation (charge journalière inchangée)
	- Teneur en azote NK élevée (présence eaux usées non domestiques)	- Rechercher l'origine des eaux usées non domestiques

3 CONDITIONS D'ADAPTATION DU PROCÉDE

<i>Caractéristiques du réseau d'assainissement</i>		
Type de réseau	séparatif	Oui
	unitaire	seulement avec une bonne 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
	DBO₅	60
	DCO	150
	MES	60
	NK	15
	PT	2,5
Taux de dilution admissible permanent (%)	minimal	0 %
	maximal	300 % (500 % 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% - 50 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution en matières en suspension		Bonne 90 % - 15 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution azotée en NK		Bonne 75 % - 10 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution azotée en NGL		Faible 35 % - 30 mg/l
Efficacité de l'élimination de la pollution phosphorée		Acceptable 40 % - 5 mg/l
Efficacité de l'élimination bactériologique (E. Coli)		Satisfaisante 2 à 4 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. 174 bilans ont été exploités. 5 bilans ont été retirés pour une charge hydraulique trop importante et 3 pour une charge organique trop élevée.

	RENDEMENT EPURATOIRE PAR PARAMETRE (%)					
	DBO ₅	DCO	MES	NK	NGL	PT
Valeurs annoncées ¹	/	/	/	/	/	/
Valeurs observées ²	92	85	89	76	37	43

	CONCENTRATION MINIMALE DE L'EAU TRAITEE PAR PARAMETRE (mg/l)					
	DBO ₅	DCO	MES	NK	NGL	Pt
Valeurs annoncées ¹	25	90	30	/	/	/
Valeurs observées ²	10	52	14	11	33	4.3

4.1 ECART DE CONFIANCE 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	10,3	52,2	13,9	7,7	10,6	1,0	22,4	32,9	4,3
Maximum	61,0	194,0	326,3	48,0	54,0	8,4	95,8	100,3	11,4
Minimum	1	9	1,9	0,05	0,5	0,01	0,2	3,4	0,25
Ecart type	9,4	33,1	27,7	9,8	11,2	1,7	18,5	17,9	2,5
IC 95 %	[8,1 - 12,5]	[44,3 - 60,1]	[7,3 - 20,5]	[4,8 - 10,5]	[7,9 - 13,2]	[0,5 - 1,6]	[18 - 26,9]	[28,6 - 37,1]	[3,6 - 4,9]

Rendement épuratoire (%)	DBO ₅ eb	DCO eb	MES	NH ₄	NK	NGL	Pt
Moyenne	91,9	84,5	89,4	75,6	75,6	36,7	43
Maximum	99,9	99,7	99,7	100	99,8	96,8	96,8
Minimum	28,9	5,8	0	0	0	0	0
Ecart type	0,10	0,13	0,16	0,29	0,24	0,28	0,27
IC 95 %	[89,6 - 94,2]	[81,5 - 87,5]	[85,6 - 93,2]	[67,3 - 84]	[70,1 - 81,7]	[30 - 43,3]	[35,8 - 50,2]

IC95 % : intervalle de confiance à 95 %

4.2 ECART DE CONFIANCE 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	10,6	54,7	16,6	7,5	10,1	1,3	25,8	35,4	4,8
Maximum	67	250	326,3	53	61	8,4	95,8	100,3	11,4
Minimum	1	15	2,0	0,05	0,5	0,015	0,25	3,4	0,3
Ecart type	10,3	38,4	32,3	11,4	12,3	1,8	18,5	18,7	2,7
IC 95 %	[7,7 - 13,5]	[43,9 - 65,6]	[7,6 - 25,8]	[3,4 - 11,6]	[6,7 - 13,6]	[0,6 - 2,0]	[20,5 - 31,1]	[30,1 - 40,6]	[3,9 - 5,7]

Rendement épuratoire (%)	DBO ₅ eb	DCO eb	MES	NH ₄	NK	NGL	Pt
Moyenne	92,2	85,2	88,5	83	79,1	35,9	42,1
Maximum	99,9	99,5	99,7	100	100	96,4	96,8
Minimum	57,1	38,5	0	3,8	0	0	0
Ecart type	0,09	0,12	0,17	0,23	0,23	0,30	0,28
IC 95 %	[89,6 - 94,7]	[81,9 - 88,5]	[83,7 - 93,2]	[74,7 - 91,3]	[72,4 - 85,7]	[27,6 - 44,2]	[33,2 - 51,1]

IC95 % : intervalle de confiance à 95 %

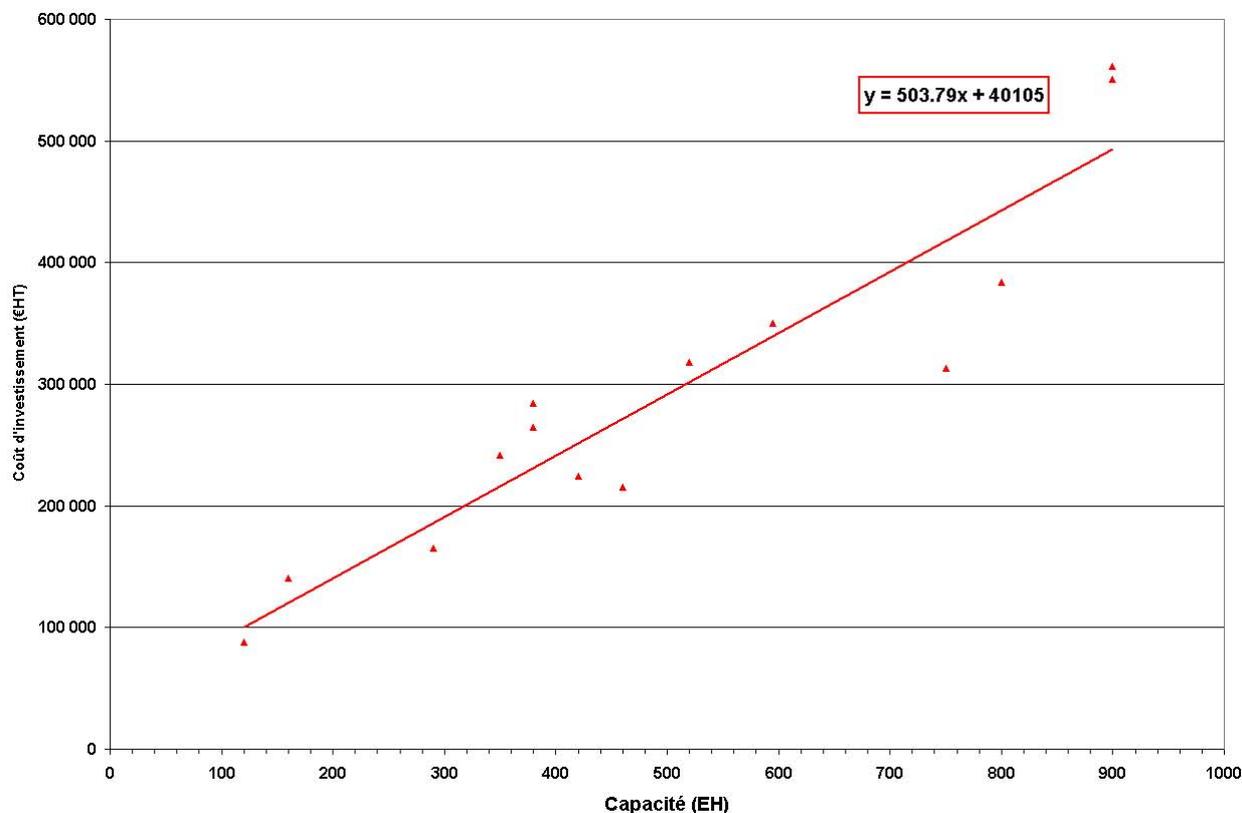
¹ Performances annoncées par les constructeurs ou mentionnées dans la bibliographie

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

VOLET FINANCIER

1 COUT D'INVESTISSEMENT

Source : 14 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

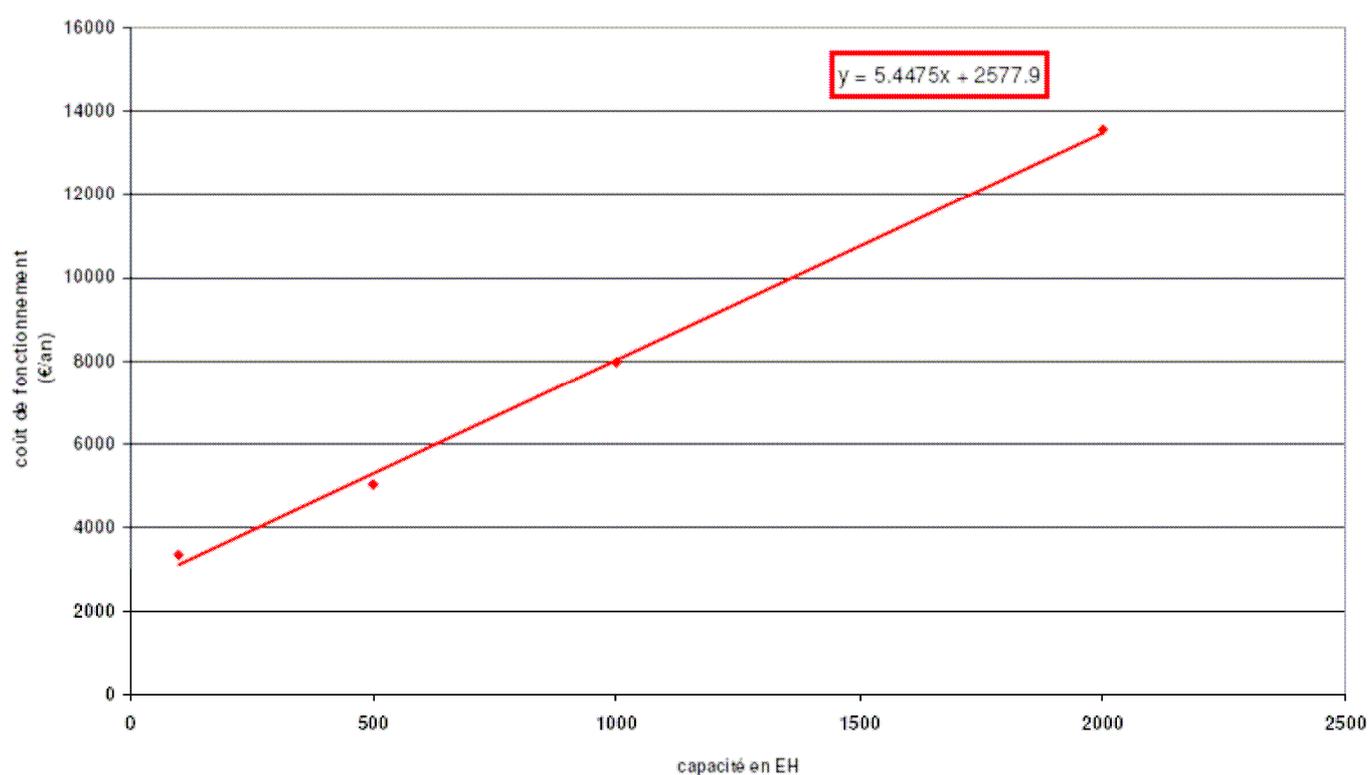
Le coût d'exploitation annuel théorique intègre les frais de main d'œuvre, les frais énergétiques liés au processus de traitement et les frais d'extraction et valorisation en agriculture des boues d'épuration liquides dans un rayon de 5 km autour de la station d'épuration. Ce coût ne comprend pas les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

2.1 DESCRIPTION DES OPERATIONS D'EXPLOITATION

Capacité (EH)	500				1000			2000		
	Coût horaire €/h	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
bache	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	468	2 fois / sem	0,17	468	2 fois / sem	0,17	468
Décanteur-Digesteur										
Enlèvement des flottants	18	1 fois / sem	0,25	234	1 fois / sem	0,25	234	1 fois / sem	0,25	234
Décohésion du chapeau	18	1 fois / sem	0,08	78	1 fois / sem	0,10	93,6	1 fois / sem	0,25	234

Capacité (EH)		500			1000			2000			
Opération	Coût horaire €/h	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	Fréquence	Temps (h)	Coût annuel	
Filtres											
Inspection des filtres	18	1 x / sem	0,17	156	1 x / sem	0,17	156	1 fois / sem	0,17	156	
Scarification (à la fin de la phase de repos)	18	1 x / sem	1,25	1170	1 x / sem	2,50	2340	1 fois / sem	5,00	4680	
Enlèvement des dépôts (à la fin de la phase de repos)	18	1 x / sem	0,50	468	1 x / sem	1,00	936	2 fois / sem	2,00	1872	
Manœuvre des vannes, contrôle du siphon	18	2 x / sem	0,25	468	2 x / sem	0,25	468	2 fois / sem	0,25	468	
Entretien du dispositif d'alimentation	18	1 x / 2 mois	1,25	135	1 x / 2 mois	2,50	270	2 fois / sem	5,00	540	
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	
Imprévus- gros entretien											
	18	1 x / an	8,00	144	1 x / an	12,00	216	1 x / an	18,00	324	
total personnel				4 287				6 471,60			
Opération	Coût €/kW/h	Fréquence	conso	Coût annuel	Fréquence	conso	Coût annuel	Fréquence	conso	Coût annuel	
électricité process	0,09		0	0		0	0		0	0	
Opération	Coût €/m3	Fréquence	volume	Coût annuel	Fréquence	volume	Coût annuel	Fréquence	volume	Coût annuel	
extraction + épandage boues	15	1 x / an	50	750	1 x / an	100	1500	1 x / an	200	3000	
total fonctionnement				5 037				7 971,60			
total fonctionnement / EH				10,10				8,00			

2.2 GRAPHIQUE COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL



SYNTHESE

AVANTAGES	INCONVENIENTS
Excellentes performances pour la DBO ₅ , la DCO et les MES	Peu adapté aux surcharges hydrauliques et organiques même passagères
Nitrification poussée	Nécessité d'un ouvrage de décantation primaire efficace
Possibilité d'infiltrer les eaux traitées dans le sol en place	
Emprise foncière nécessaire inférieure à celle d'une lagune	Risque élevé de colmatage
Décontamination intéressante	Sensibilité au gel assez importante
Exploitation simple, de courte durée mais régulière	Alimentation par bâchées impérative
Gestion des boues facilitée	Présence de nitrates en quantité importante en sortie station
	Nécessité de disposer de grandes quantités de sables de qualité
	Nécessité d'un entretien régulier

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.

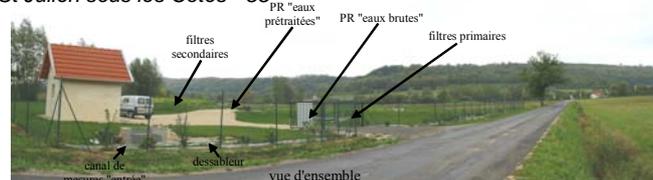


Chavannes sur l'Etang - 68

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.

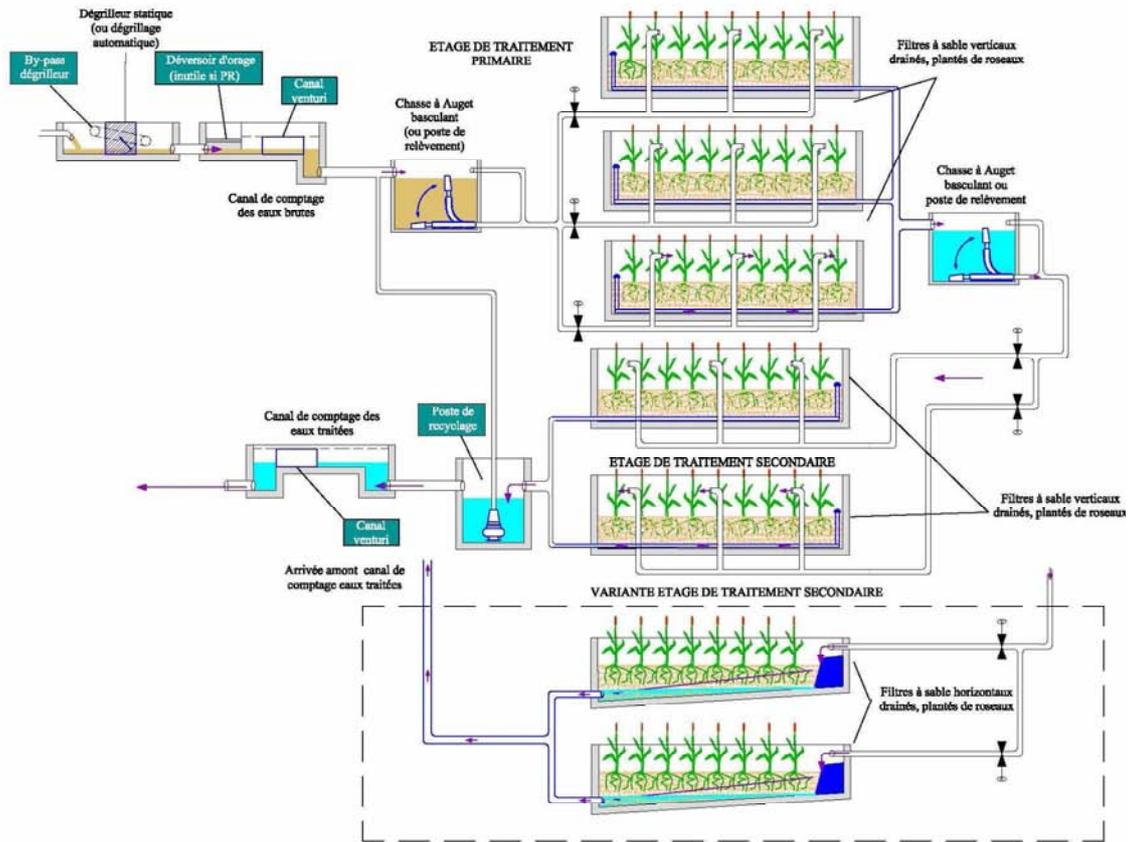
2.2.4 Autosurveillance

Améliorations utiles

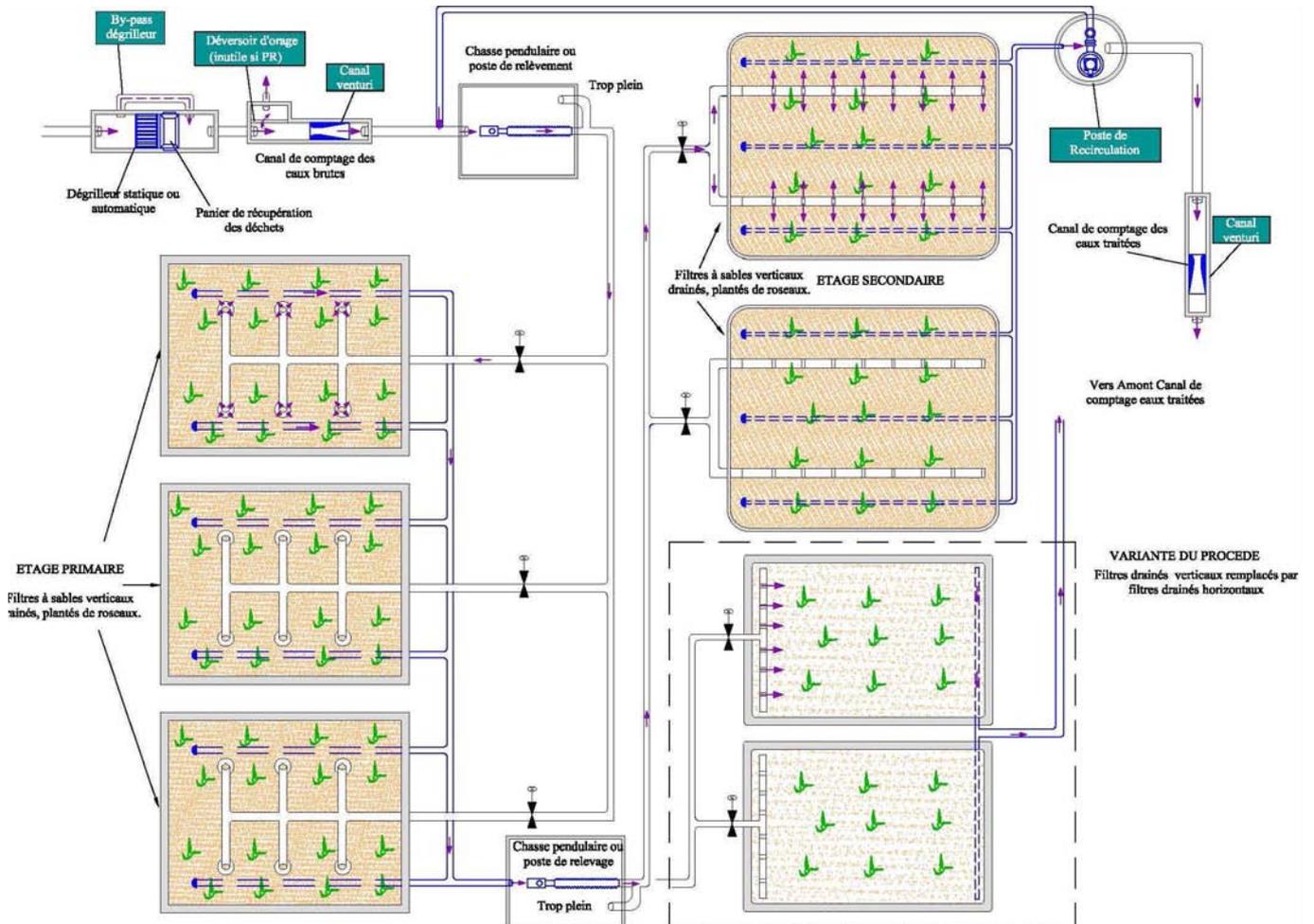
- Même si les stations de moins de 2000 EH ne sont pas concernées par l'autosurveillance, il est utile, pour vérifier le bon fonctionnement de la station, d'installer, en entrée et en sortie, un canal de mesures de débit.

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."

Sortie étage 1	RENDEMENT EPURATOIRE PAR PARAMETRE (%)					
	DBO ₅	DCO	MES	NK	PT	
	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

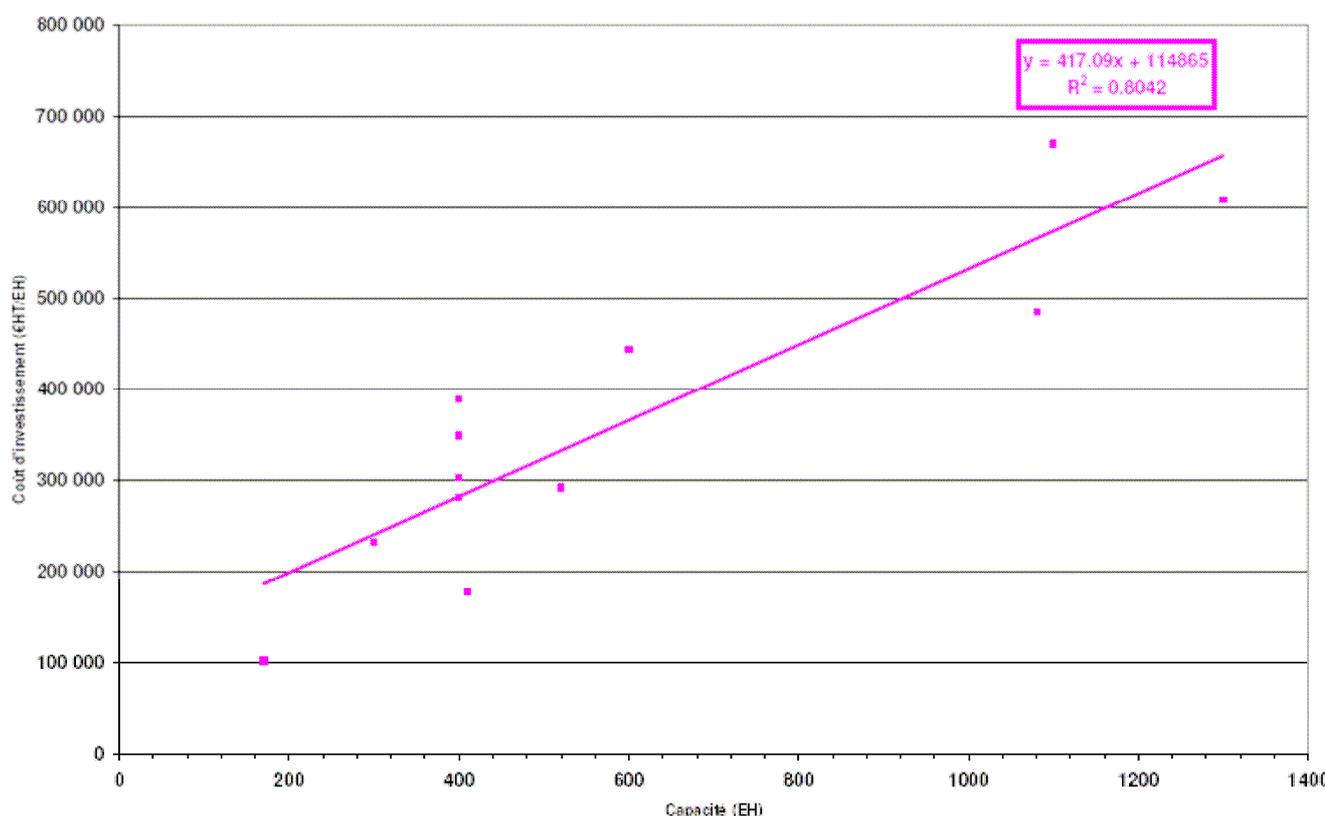
² Moyenne des performances observées sur les installations du bassin Rhin-Meuse sur les années 2000 à 2005

		CONCENTRATION MINIMALE DE L'EAU TRAITÉE PAR PARAMÈTRE (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 : 12 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

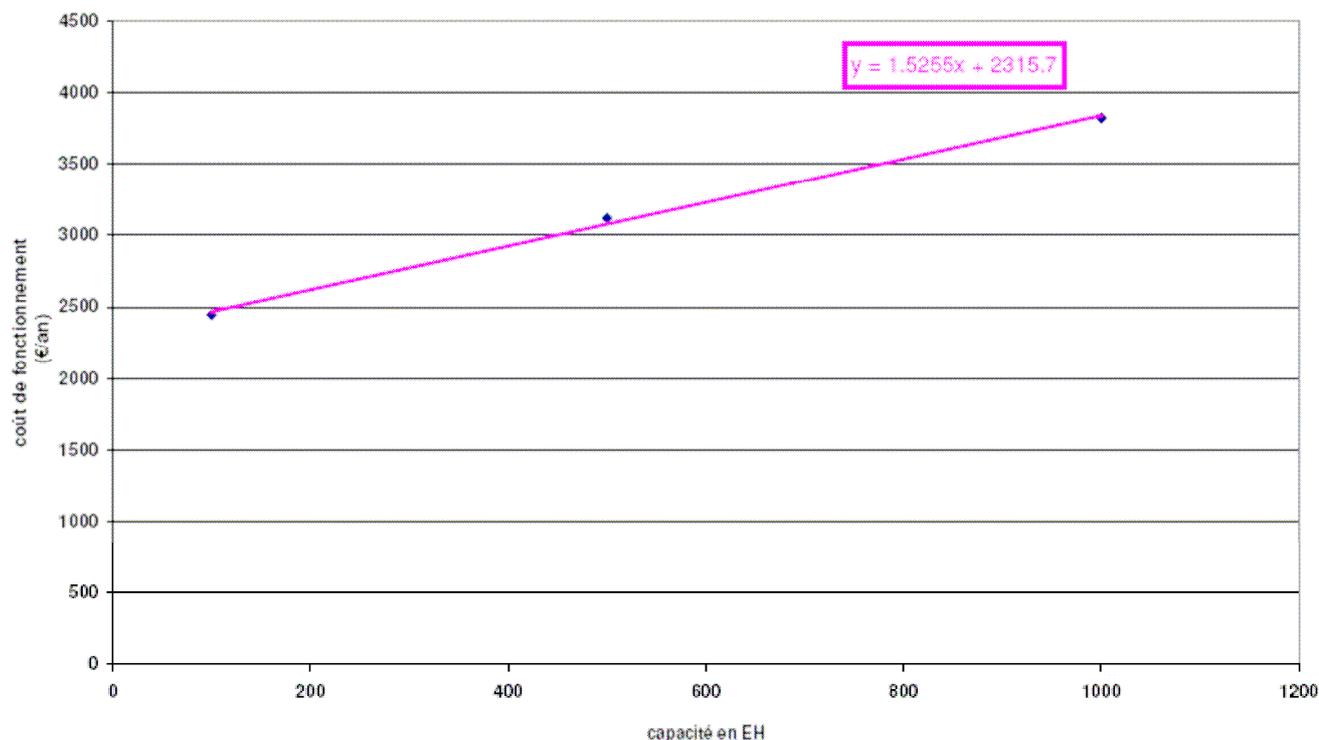
Le coût d'exploitation annuel théorique intègre les frais de main d'œuvre, les frais énergétiques liés au processus de traitement et les frais d'extraction et valorisation en agriculture des boues d'épuration liquides dans un rayon de 5 km autour de la station d'épuration. Ce coût ne comprend pas les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

2.1 DESCRIPTION DES OPERATIONS D'EXPLOITATION

Capacité (EH)		100			500			1000		
Opération	Coût horaire €/h	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	
Epanchage 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	

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.

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

- **les filtres à écoulement horizontal ou "horizontaux" (FPR_h)** 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 à écoulement vertical ou "verticaux" (FPR_v)** 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.

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, radicules 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, pour sa version à écoulement vertical, 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 PLANTÉS DE ROSEAUX A ÉCOULEMENT HORIZONTAL

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

Le prétraitement a pour rôle la rétention des graisses et la décantation des matières en suspension contenues dans l'effluent.

La filtration sur sable en milieu insaturé permet principalement une oxydation de la matière organique, une nitrification de l'azote ammoniacal et une réduction des germes pathogènes.

Les mécanismes de l'épuration par filtration sur un milieu granulaire insaturé font appel à des processus d'ordre physique, chimique et biologique.

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

Le massif filtrant est quasi saturé en eau.

L'effluent est réparti sur toute la largeur et la hauteur du lit par un système répartiteur, il s'écoule ensuite en déplacement horizontal. L'alimentation se fait le plus souvent en continu et donc à faible charge organique.

L'évacuation est réalisée par un drain, au fond, enterré dans une tranchée de pierres drainantes. Ce tuyau est relié à un siphon, pour régler la hauteur de surverse pour assurer la saturation de l'alimentation.

Le niveau d'eau doit être maintenu à 5 cm sous la surface du matériau. Comme il n'y a pas d'eau libre il n'y a pas de risque de prolifération d'insectes.



2 CONCEPTION

2.1 GENERALITES

Le massif filtrant est quasi saturé en eau.

L'effluent est réparti sur toute la largeur et la hauteur du lit par un système répartiteur, il s'écoule ensuite en déplacement horizontal.

L'alimentation se fait le plus souvent en continu et donc à faible charge organique.

L'évacuation est obtenue par un drain, au fond, enterré dans une tranchée de pierres drainantes. Ce tuyau est relié à un siphon, pour régler la hauteur de surverse pour assurer la saturation de l'alimentation.

Le niveau d'eau doit être maintenu à 5 cm sous la surface du matériau.

Comme il n'y a pas d'eau libre, il n'y a pas de risque de prolifération d'insectes.

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 grille est indispensable

2.2.1.2 Dessablage – Canal de mesures – Déversoir d'orage

Améliorations utiles

- Il est conseillé d'installer l'infrastructure suivante :

Ouvrage longitudinal combiné, installé à l'aval du dégrillage, constitué, pour le cas d'un réseau unitaire et alimentation gravitaire, d'un réservoir à sable, d'un canal venturi calibré au débit maximal admissible et d'une lame déversante exutoire.

En présence d'un refoulement, avec débit de pompe calibré, la fonction déversoir sera supprimé. Avec un réseau séparatif, seul le canal de comptage sera conservé.



2.2.2 Traitement primaire

2.2.2.1 Fosse septique "toutes eaux"

L'usage d'une fosse "toutes eaux" est déconseillé pour une capacité supérieure à 250 EH₆₀

2.2.2.2 Décanteur-digesteur

L'usage du decanteur digesteur est fortement déconseillé pour les installations de moins de 30 EH₆₀.

Il piège une fraction des matières en suspension afin de limiter le colmatage du matériau de remplissage du lit.

2.2.2.3 Filtration à écoulement vertical

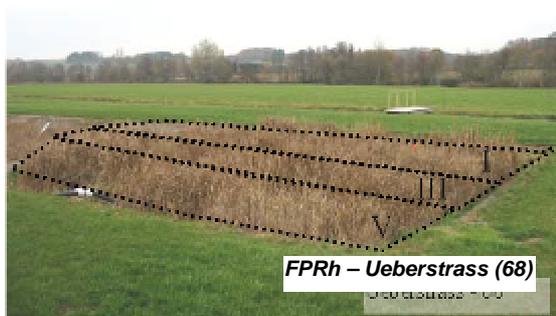
Un premier étage de filtration verticale peut être construit pour éliminer les matières en suspension.

Il permet la filtration et la minéralisation des boues.

2.2.2.4 Bassin de décantation

Pour un bassin de décantation, le prétraitement doit comporter, en plus du dégrillage, un dessablage-dégraissage; le dimensionnement doit assurer un temps de passage le plus court possible pour éviter les désagréments dus aux mauvaises odeurs.

2.2.3 Traitement secondaire : filtre planté de roseaux à écoulement horizontal.



Le niveau d'eau dans le filtre est normalement constant.

L'aération est limitée par l'absence d'un mouvement de la ligne de saturation et se fait de manière très faible par une diffusion gazeuse. L'apport d'oxygène est faible par rapport à la demande totale.

La pénurie en oxygène limite la dégradation de la pollution carbonée et azotée, l'oxydation du carbone organique et de l'ammonium et par voie de conséquence limite la croissance bactérienne hétérotrophe et autotrophe.

2.2.3.1 Alimentation

L'alimentation est normalement continue. On peut envisager d'utiliser des moyens d'alimentation discontinue (bâchée) gravitaire ou par poste de pompage, dans le cas, par exemple, de lits à grande largeur avec une alimentation en plusieurs points.

2.2.3.2 Répartition de l'eau à traiter.

Lorsque plusieurs lits sont installés en parallèle un répartiteur permet d'avoir une modulation du débit dans chaque lit.

La répartition peut se faire

- par tranchée : caniveau légèrement en charge par rapport au niveau d'eau dans le lit ; l'eau est distribuée à travers un gabion de répartition.
- une rampe d'alimentation placée sur la tranche de bassin avec une multitude de points d'alimentation afin que la répartition sur l'ensemble de la tranche transversale soit la plus homogène possible. Les rampes d'alimentation ne doivent cependant pas être enterrées en raison du colmatage possible par les rhizomes.

2.2.3.3 Filtration à écoulement horizontal.



La géo-membrane peut être en PVC ou Polyéthylène Haute ou Faible Densité pour éviter le mélange des matériaux et la remontée de fines dans le sable ou le gravier. Une couche de sable d'environ 2 cm d'épaisseur peut remplacer la membrane.

Si la concentration en entrée en DBO₅ est comprise entre 150 et 300 mg/l, la base de dimensionnement est de 5 m²/EH₆₀. Si la concentration en entrée en DBO₅ est supérieure à 300 mg/l, la base de dimensionnement est de 10 m²/EH₆₀.

La surface utile de filtration (S_f) est calculée de la manière suivante :

$$S_f = Q_{mts} \times \frac{(\ln[DBO_5]_e - \ln[DBO_5]_s)}{kDBO_5} \quad [réf 10]$$

avec :

- $[DBO_5]_e$: concentration en DBO_5 de l'eau à traiter
- $[DBO_5]_s$: concentration en DBO_5 de l'eau traitée
- $kDBO_5$: constante qui dépend du type d'eau à traiter (0,1 pour une eau décantée à 0,6 pour un réseau unitaire)

L'aire A_f de la section transversale du filtre (hauteur x largeur) est déterminée par la loi de Darcy comme suit :

$$A_f = \frac{Q_{mts}}{K_s \times \left(\frac{dH}{dL}\right)} \quad [\text{réf 10}]$$

avec :

- K_s = conductivité hydraulique du matériau saturé
- dH/dL = gradient hydraulique.

Ainsi, pour un filtre à gravier (K_s élevé), le rapport L/l sera élevé et les filtres seront longs et étroits.

Pour un filtre à sable (K_s faible), les filtres seront larges et courts.

La section du filtre doit être définie par un bureau d'étude; elle est fonction de la perméabilité initiale du matériau choisi (de 1 à $3 \cdot 10^{-3}$ m/s)

La profondeur est égale à la profondeur maximale de pénétration des racines.

La perméabilité est liée à la granulométrie du matériau utilisé et du colmatage progressif du massif, sachant que celui-ci est modéré par l'effet des rhizomes et des racines.

2.2.3.3.1 Matériaux

La norme autrichienne ÖNORM B 2505 propose d'utiliser une granulométrie de 4 à 8 mm après un décanteur et une granulométrie de 1 à 4 mm après un filtre à écoulement vertical

Si la taille du filtre dépasse 500 m^2 , un fractionnement en plusieurs unités facilite l'entretien et améliore la répartition hydraulique.

La dénivelée entre le point d'alimentation et le rejet ne peut être que de 1 à 2 mètres et permet tout de même l'alimentation par gravité en raison de l'écoulement horizontal.

Le matériau préconisé du filtre est du gravier lavé de granulométrie différente suivant la qualité des eaux entrantes.

Les filtres horizontaux sont compatibles dans les climats rigoureux.

2.2.3.3.2 Végétaux.

Les filtres sont couramment plantés en Phragmite Communis ou Phragmite Australis.

Ces plantes possèdent un tissu particulier, l'aérenchyme qui permet de transférer l'oxygène depuis les parties hautes vers les rhizomes et les racines en permettant à la plante de se développer dans les milieux saturés en eau en permanence.

Elles résistent bien à l'alternance de période d'immersion et de périodes "à-sec" et s'adaptent très facilement à des altitudes et à des climats divers.

D'autres plantes sont utilisées comme la Massette ou Quenouille, le Jonc des Chassiers et l'Iris des Marais. Mais elles se développent moins bien car elles ont une capacité d'adaptation plus faible. Elles sont plutôt utilisées dans les étages secondaires ou tertiaires où l'eau est plus claire.

Cependant ces plantes ont des particularités non négligeables : le Jonc des Chassiers assimile de grandes quantités d'azote, l'Iris des Marais, quant à lui, assimile de grandes quantités de métaux lourds.

2.2.4 Rejet

Le dispositif de rejet doit permettre de caler la ligne d'eau dans le massif filtrant à partir de 5 cm en-dessous des matériaux de garnissage.

Il convient d'ajuster le niveau de sortie selon les circonstances (pointe hydraulique, vieillissement de la perméabilité) pour éviter les écoulements superficiels.

Des drains en tubes synthétiques (d'un diamètre de 100 mm minimum) seront utilisés pour collecter l'effluent traité dans le gabion d'évacuation ou par l'intermédiaire d'une tranchée drainante remplie de granulats grossiers (60 à 80 mm) sur toute la largeur du lit.

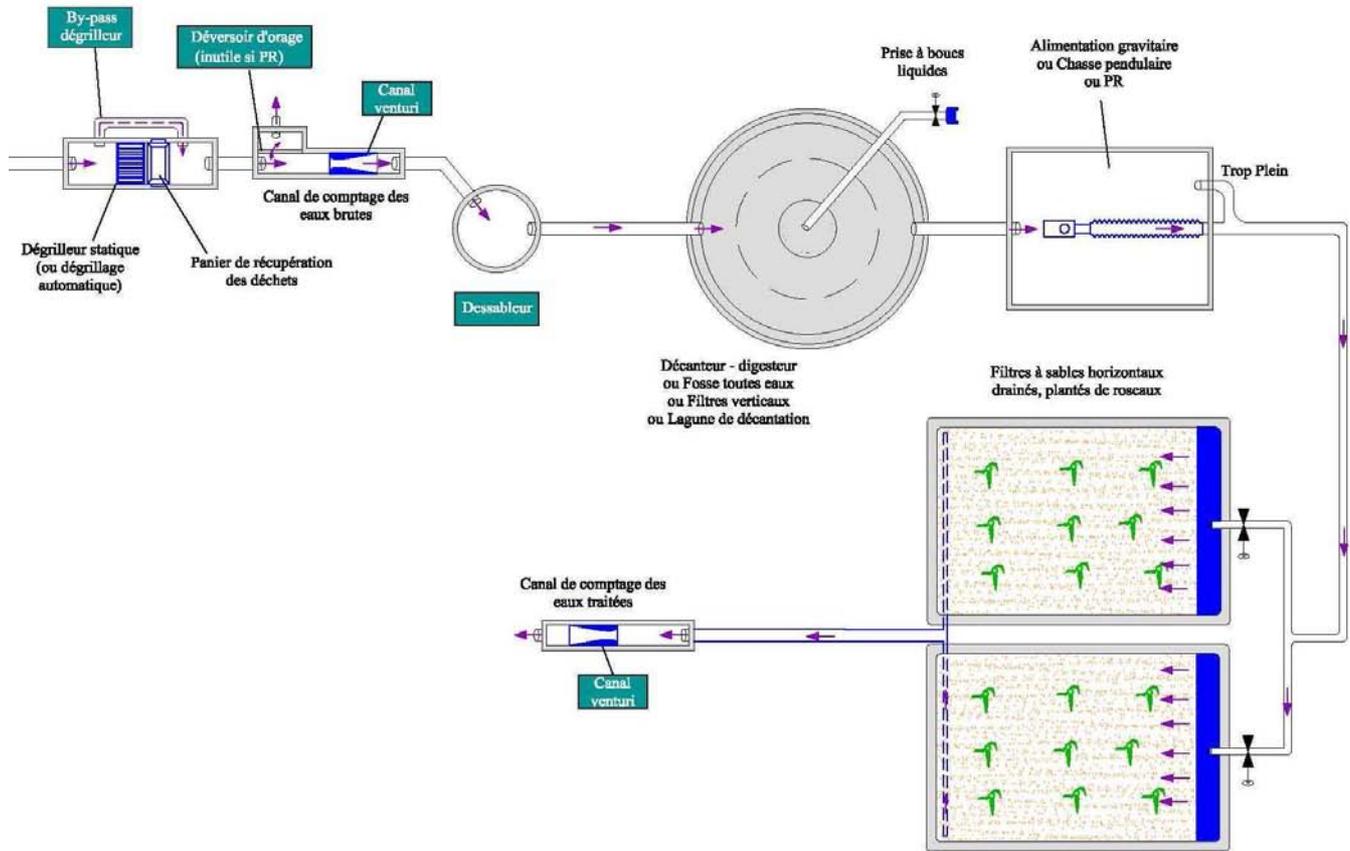
2.2.5 Autosurveillance

Améliorations utiles

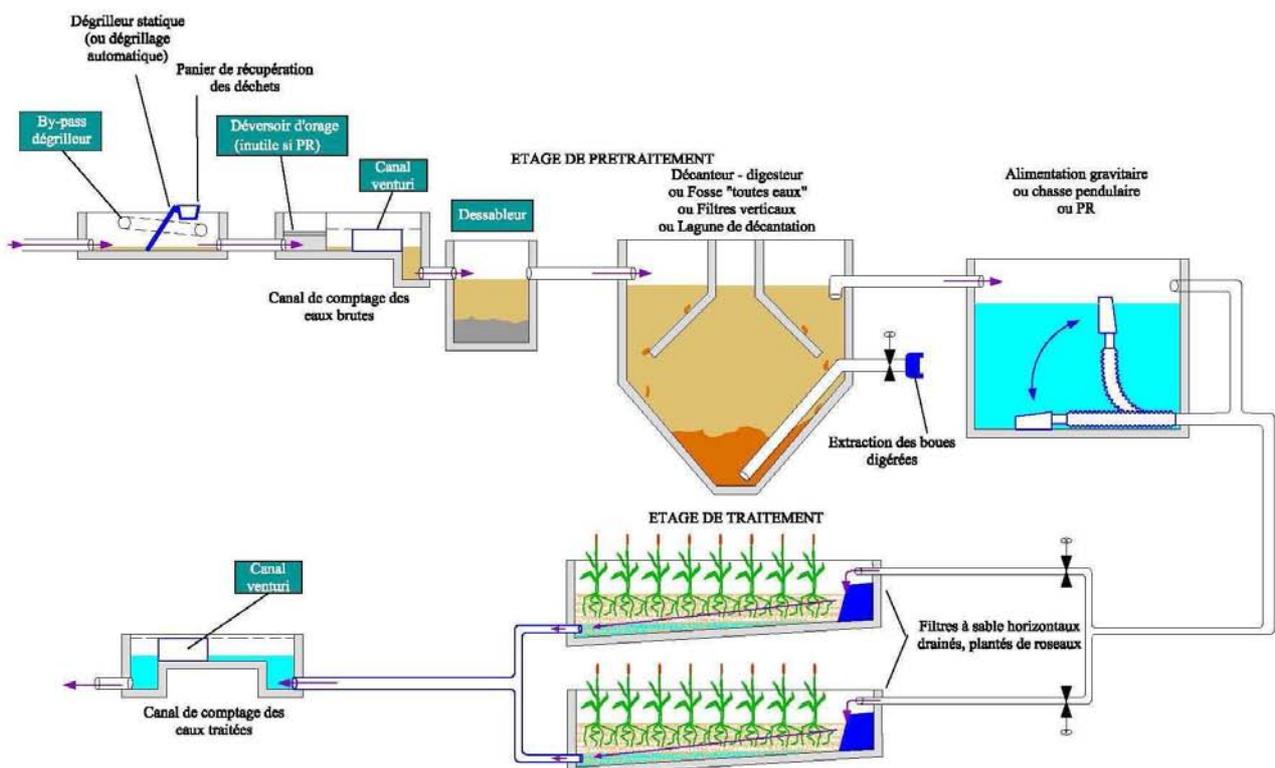
- Même si les stations de moins de 2000 EH ne sont pas concernées par l'autosurveillance, il est utile, pour vérifier le bon fonctionnement de la station, d'installer, en entrée et en sortie, un canal de mesures de débit.

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
Vitesse ascensionnelle dégraisseur	m /h	20	20
Temps de séjour dans le dessableur-dégraisseur	mn	10 à 15	10 à 15
Traitement primaire - Décanteur-digester			
Vitesse ascensionnelle de décantation	m/h	1 à 1,5	1,5
Temps de séjour maximal	h	1,5	/
Volume	m ³	1 à 1,5 x V _{mts}	1,5 x V _{mts}
Traitement primaire - Lagune de décantation			
Temps de séjour réseau unitaire	j	2 à 5	2 à 5
Temps de séjour réseau séparatif	j	8 à 10	10
Traitement primaire - Filtration à écoulement vertical			
Surface utile	m ² /EH ₆₀	1,5	1,7
Massifs filtrants			
Surface brute	m ² /EH	8 à 9	/
Charge organique surfacique maximale appliquée	kg DBO ₅ /m ² /j	8	/
Charge hydraulique surfacique maximale appliquée		0,05	/
Surface utile	m ² /EH ₆₀	5 avec un décanteur-digester en traitement primaire 2 à 3 avec un filtre à écoulement vertical en traitement primaire 10 si la DBO ₅ en entrée est supérieure à 300 mg/l	
Pente minimale de fond de filtre		0,05	
Profondeur du lit	m	≤ 0,60	0,45 à 0,60 (phragmites)
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

Au niveau du bassin Rhin Meuse, il n'existe aucune installation connue répondant au principe de fonctionnement décrit. Il n'est donc pas possible de juger des dysfonctionnements rencontrés.

3 CONDITIONS D'ADAPTATION DU PROCÉDE

<i>Caractéristiques du réseau d'assainissement</i>		
Type de réseau	séparatif	Oui
	unitaire	seulement avec une bonne 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		Oui, limitée dans le temps

Variation de charge organique supérieure à 50 % de la charge organique nominale		Non
Concentrations limites (mg/l)	Minimum	Maximum
DBO₅	60	700
DCO	150	1500
MES	60	700
NK	15	150
PT	2,5	20
Taux de dilution admissible permanent (%)	minimal	0 %
	maximal	300 % (500 % sous réserve de capacité hydraulique suffisante)
Caractéristiques du site d'implantation		
Contrainte d'emprise foncière		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
Caractéristiques qualitatives de l'eau traitée		
Efficacité de l'élimination de la pollution carbonée		Aucune unité de ce type au niveau du bassin Rhin Meuse hormis un ouvrage à forte charge
Efficacité de l'élimination de la pollution en matières en suspension		
Efficacité de l'élimination de la pollution azotée en NK		
Efficacité de l'élimination de la pollution azotée en NGL		
Efficacité de l'élimination de la pollution phosphorée		
Efficacité de l'élimination bactériologique (E. Coli)		

4 PERFORMANCES

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

Source : Il n'existe pas d'installation de ce type sur le bassin Rhin-Meuse. Il n'est donc pas possible d'effectuer des statistiques.

	RENDEMENT EPURATOIRE PAR PARAMETRE (%)					
	DBO ₅	DCO	MES	NK	NGL	PT
Valeurs annoncées¹	75-90	/	80	35	/	30
Valeurs observées²	/	/	/	/	/	/

	CONCENTRATION MINIMALE DE L'EAU TRAITEE PAR PARAMETRE (mg/l)					
	DBO ₅	DCO	MES	NK	NGL	PT
Valeurs annoncées¹	/	/	/	/	/	/
Valeurs observées²	/	/	/	/	/	/

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

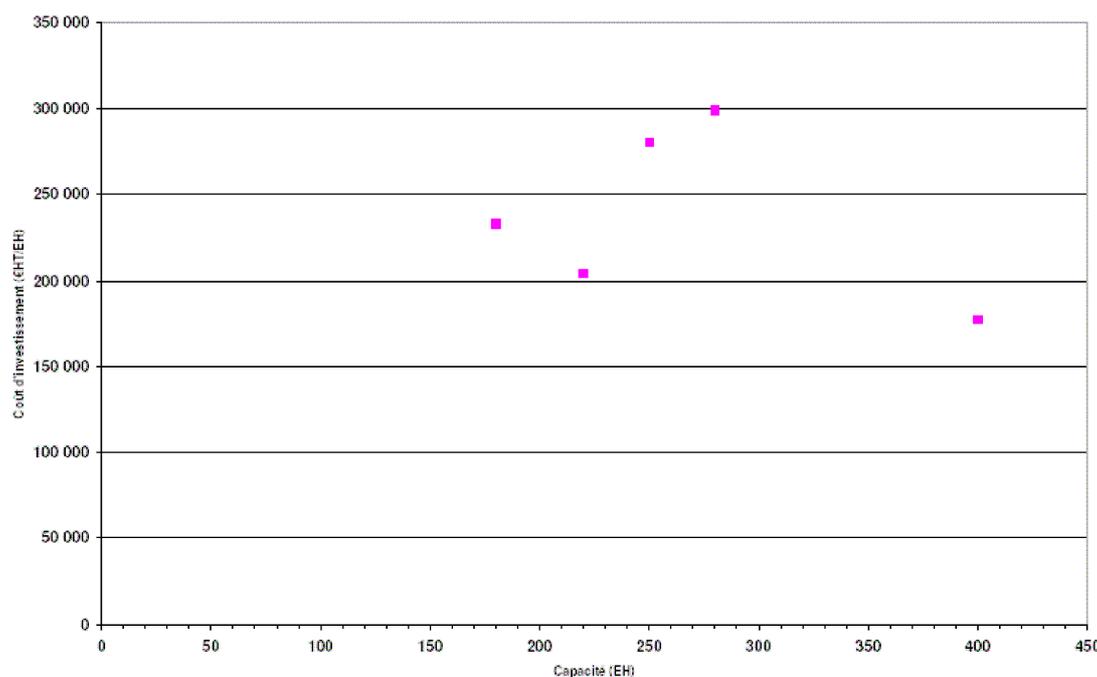
VOLET FINANCIER

1 COUT D'INVESTISSEMENT

1.1 COUT D'UNE STATION D'EPURATION

Source : 5 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

ATTENTION : Les coûts d'investissement ci-dessous sont donnés à titre indicatif car ils concernent des installations associant divers types de traitement à un étage de filtration à écoulement horizontal. Ils ne permettent pas l'identification d'une fonction de coût.



2 COÛT D'EXPLOITATION ANNUEL THEORIQUE

En raison de la combinaison des étages de filtration à écoulement horizontal avec des étages de traitement divers, la détermination d'un coût d'exploitation annuel théorique représentatif est impossible.

Le lecteur pourra éventuellement se référer à la fiche-procédé FPRv.

SYNTHESE

AVANTAGES	INCONVENIENTS
Faible consommation énergétique hormis alimentation par poste de pompage	Performances à démontrer
Entretien ne nécessitant pas de qualification particulière	Etage de traitement primaire impératif à l'amont
Réaction correcte vis-à-vis des variations de débit	Emprise au sol importante
Dénitrification partielle possible en cas de recirculation de l'eau traitée	

AIDE A LA DECISION

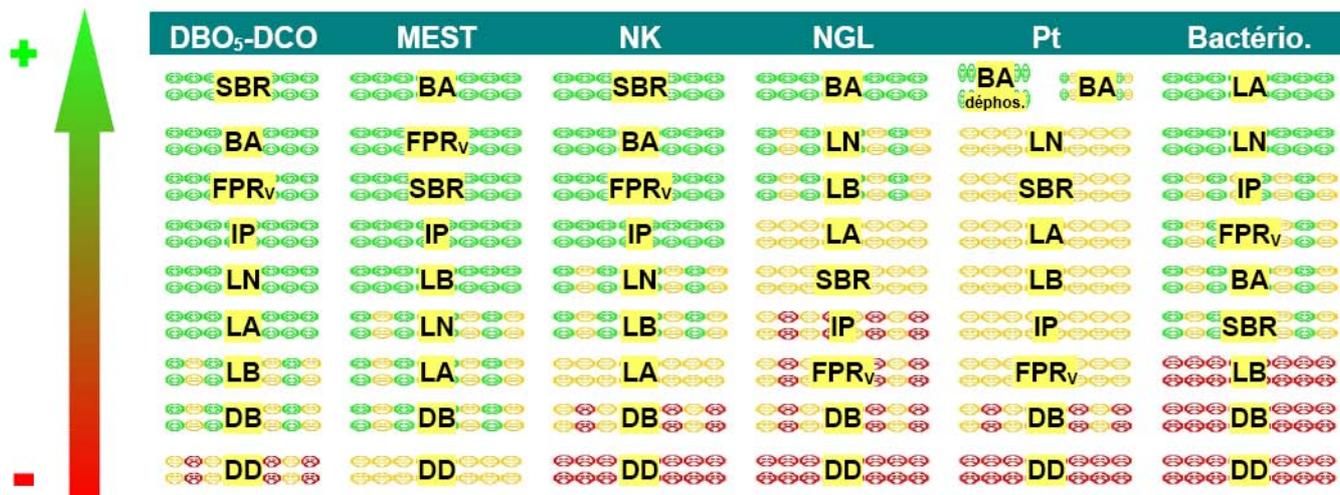
Le présent document regroupe les éléments de comparaison techniques et économiques détaillés dans les différentes fiches-procédés en les organisant par thème en favorisant l'aide à la décision des acteurs d'un projet d'ouvrage d'épuration.

Quel que soit le type de filière de traitement choisi, il faudra s'efforcer :

- d'éviter les zones inondables,
- d'éviter de construire une station à proximité d'habitations ou de zones d'activité (en général à 200 mètres des habitations en tenant compte des vents dominants),
- de s'éloigner des zones de captage,
- de réaliser des études géotechniques (imperméabilité, portance, qualité)
- de s'affranchir des risques liées à la végétation de proximité (feuilles, racines, etc.)
- de penser aux extensions ou aux aménagements futurs,
- de réaliser des chemins d'accès (pour livraison, dépotage, curage des boues, entretien, etc.),
- de protéger les canalisations (gel, engins, etc.),
- de réaliser l'implantation des ouvrages en cohérence avec les opérations d'entretien courantes,
- de penser à l'intégration paysagère (talutage, haies, aménagement d'espaces verts, etc.).

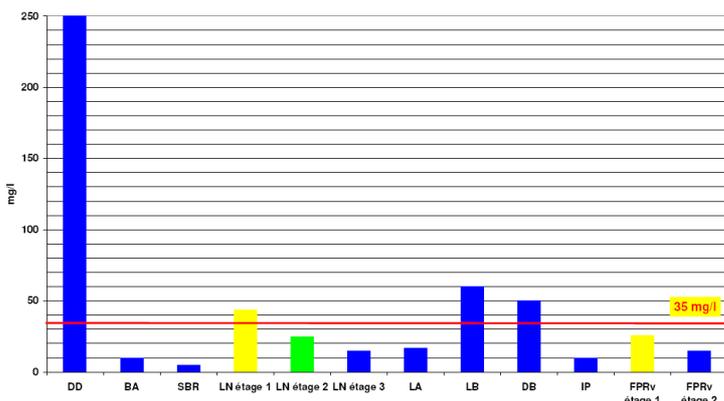
Outre ces particularités un classement des différents procédés est proposé ci-dessous vis-à-vis des principales contraintes à prendre en compte.

1. CLASSEMENT DES PROCÉDES SELON LES PERFORMANCES EPURATOIRES¹

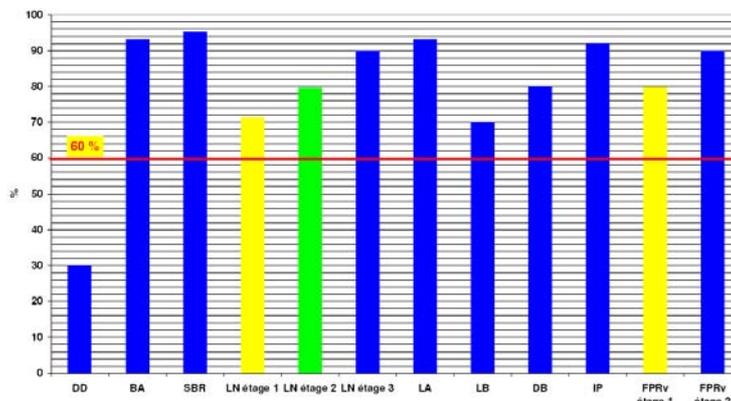


Les performances comparées des différents procédés sont représentées dans les graphiques ci-dessous sur lesquels sont figurées les performances minimales définies par l'arrêté du 22 juin 2007 relatif à la collecte, au transport et au traitement des eaux usées des agglomérations d'assainissement ainsi qu'à la surveillance de leur fonctionnement et de leur efficacité, et aux dispositifs d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique supérieure à 1,2 kg/j de DBO₅.

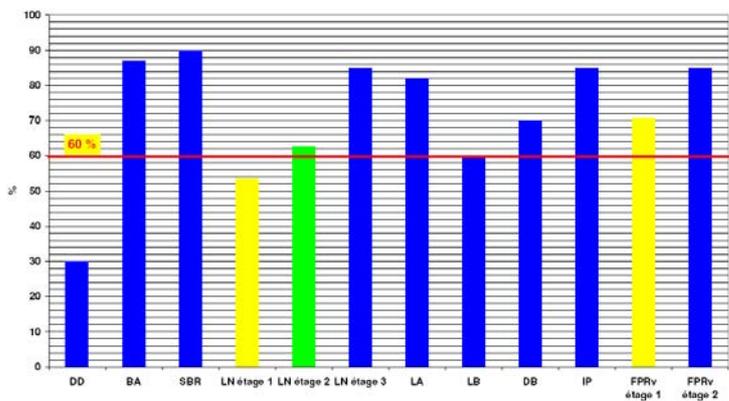
Concentrations moyennes en DBO₅



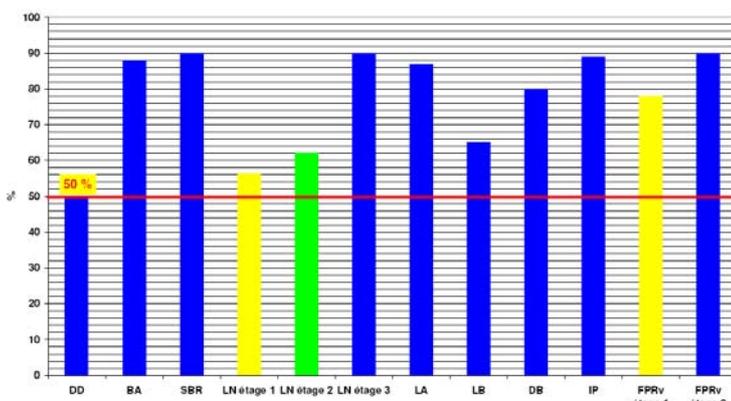
Rendement moyen en DBO₅



Rendement moyen en DCO

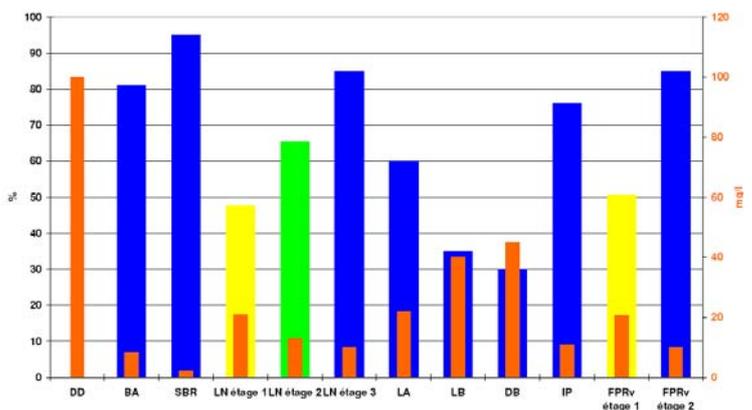


Rendement moyen en MES

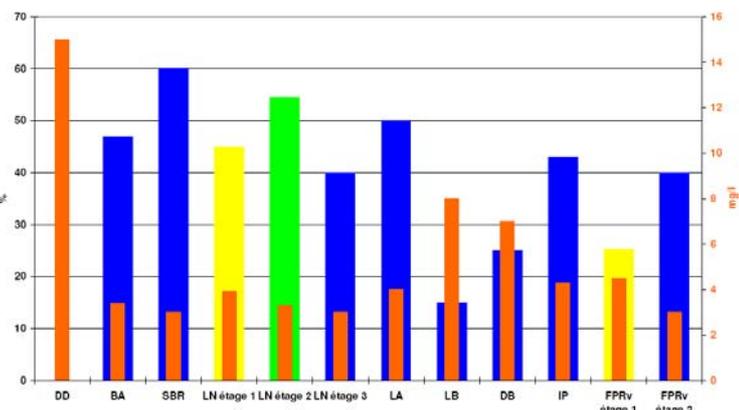


¹ Les performances des SBR ont été évaluées à partir de deux ouvrages neufs et seulement quelques contrôles de fonctionnement, Les performances des lits bactériens, faute d'ouvrages dans le bassin Rhin Meuse répondant strictement à la configuration type en collectivités, avec des efficacités pour le moins médiocres, n'ont pas été utilisées en l'état. Les résultats fournis correspondent à l'étude d'un parc de stations privées construites selon la configuration type (décanteur digesteur / lit bactérien culture fixée / clarificateur).

Rendements et concentrations moyens en NK

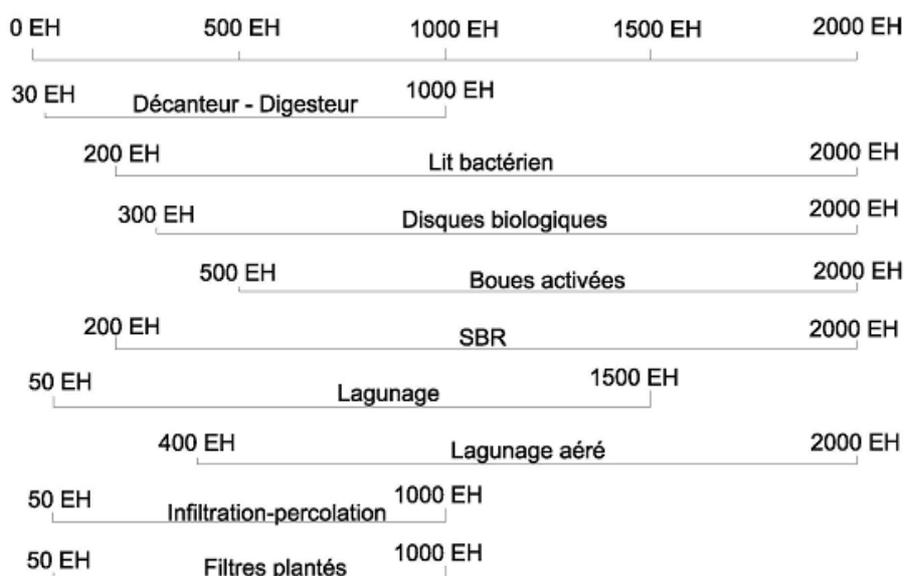


Rendements et concentrations moyens en PT



2. CLASSEMENT DES PROCÉDES SELON LEUR DOMAINE D'APPLICATION RECOMMANDÉ

Le schéma ci-dessous présente le domaine d'application recommandé, en terme de capacité nominale, de l'ensemble des procédés présentés dans la présente étude.

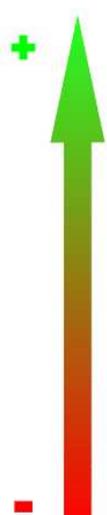


3. CLASSEMENT DES PROCÉDES SELON LA NATURE DES INFLUENTS

Les influents "non domestiques" correspondent aux influents d'origines diverses à l'exclusion des matières grasses, des hydrocarbures, des purins, des lisiers ou tout autre élément peu ou pas biodégradable.

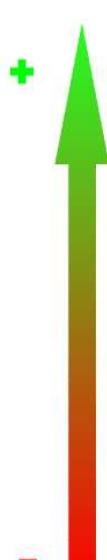
Domestique	Non domestique
Décanteur – digesteur	
Lit bactérien	
Disques biologiques	
Boues activées	Boues activées
SBR	SBR
Lagunage naturel	
Lagunage aéré	Lagunage aéré
Infiltration – Percolation	
Filtres plantés de roseaux	

4. CLASSEMENT DES PROCÉDES SELON LA SENSIBILITÉ AUX A-COUPS DE DÉBIT ET DE CHARGE, ET À LA DILUTION



Tolérance aux à-coups hydraulique	Tolérance aux à-coups de charge	Adaptation à un influent concentré	Adaptation à un influent dilué
LN	DD	DD	LN
LA	BA	BA	LA
LB	SBR	SBR	LB
DB	LN	IP	DB
BA	LB	FPRV	IP
SBR	DB	LN	FPRV
IP	LA	LA	DD
FPRV	FPRV	LB	BA
DD	IP	DB	SBR

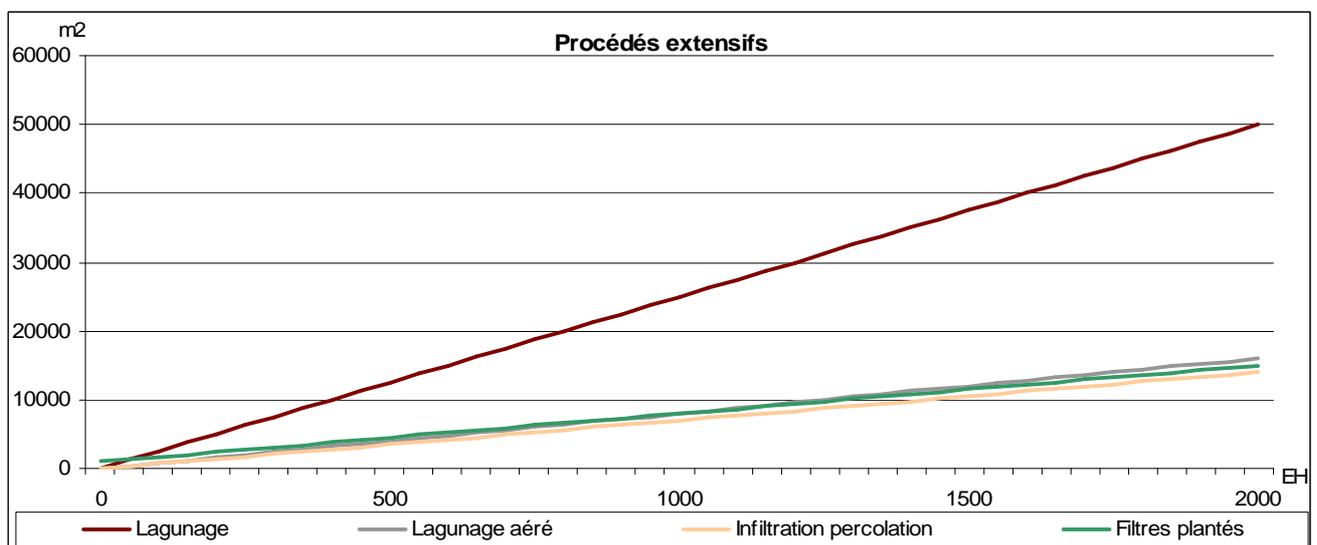
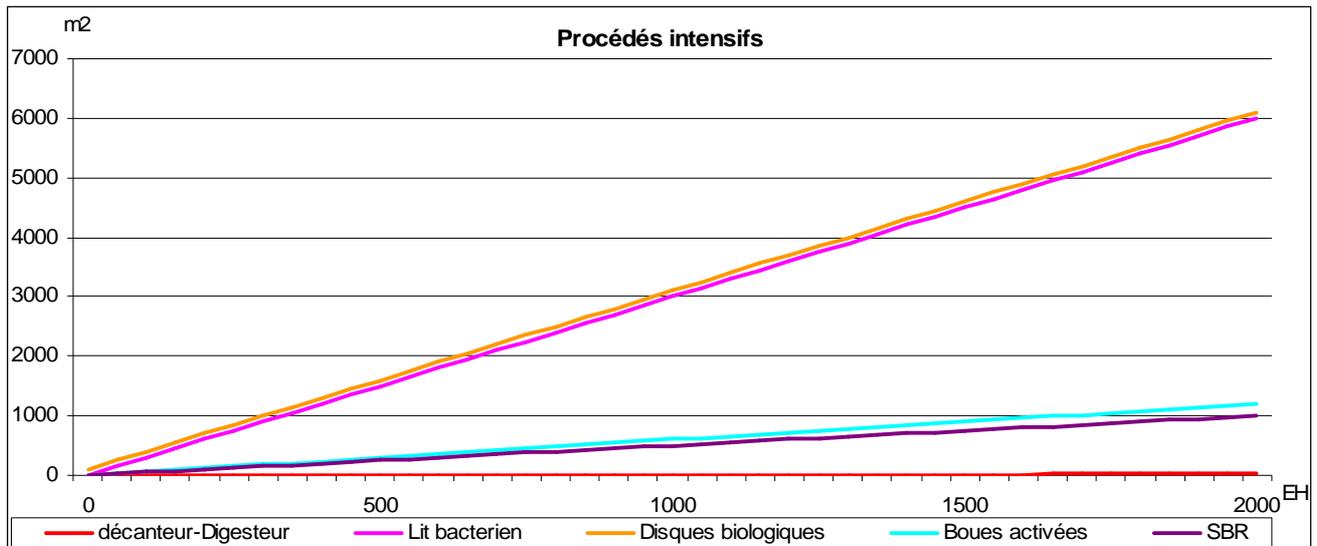
5. CLASSEMENT DES PROCÉDES SELON LES CONTRAINTES D'ENVIRONNEMENT DU SITE D'IMPLANTATION



Nuisances olfactives	Nuisance Sonores	Gêne paysagère
LN	DD	LN
BA	IP	FPRV
DB	FPRV	IP
LB	LN	LA
SBR	LB	DD
LA	DB	DB
IP	LA	BA
FPRV	BA	LB
DD	SBR	SBR

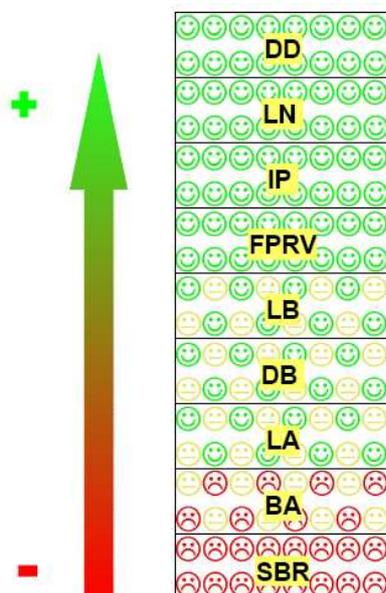
Les nuisances olfactives sont classées par ordre d'intensité ou de rapidité d'apparition uniquement dans le cas d'un éventuel dysfonctionnement de la station.

6. CLASSEMENT DES PROCÉDES SELON L'EMPRISE FONCIÈRE



L'emprise foncière comprend la surface des ouvrages de traitement et des emprises nécessaires à l'exploitation des ouvrages (voiries, berges, etc.)

7. CLASSEMENT DES PROCÉDES SELON LA DIFFICULTÉ D'EXPLOITATION



Si certains ouvrages ne demandent aucune compétence particulière pour en gérer le fonctionnement, d'autres requièrent une qualification nettement plus élevée telles que les boues activées et surtout les ouvrages type SBR, gérés par un automatisme complexe.

8. CLASSEMENT DES PROCÉDES SELON LA QUALITÉ ET LA QUANTITÉ DE BOUES A EXTRAIRE

Le tableau ci-dessous synthétise les informations essentielles concernant les boues produites par les différents procédés étudiés déterminées pour un fonctionnement à capacité nominale.

Origine des boues	Filières concernées	Nature de la stabilisation	Boues extraites			Destination à privilégier
			Siccité (% de MS)	Volume extrait	Fréquence d'extraction	
Lagunage	LN	Anaérobie	<< 1%	1,2 à 3 m ³ par habitant	7 à 10 ans	agricole
		Médiocre ² (cône de sédimentation)	≅ 1%	10 m ³ (capacité de la sur-profondeur)	1 x par an	?
	LA	Anaérobie	<< 1%	1 m ³ par habitant	1 x par an	agricole
FSTE	Filtres enterrés Épandage souterrain	Anaérobie	≅ 1%	400 l par habitant ³	Tous les 3 ans	mat vidange
DD	IP	Anaérobie	≅ 5%	90 l par habitant	2 x par an	agricole
	LB DB		≅ 5%	120 l par habitant ⁴	2 x par an	agricole
BA		Aérobie + anaérobie dans le silo	≅ 2,5 % (épaisseur statique) ⁵	80 l par habitant	2 x par an	agricole
FRPV		Aérobie	> 20 %	100 à 200 l par habitant	Tous les 10 ans	agricole et adaptation du plan d'épandage

² Les boues en surface ne sont pas complètement stabilisées lors de leur extraction car elles sont fraîches

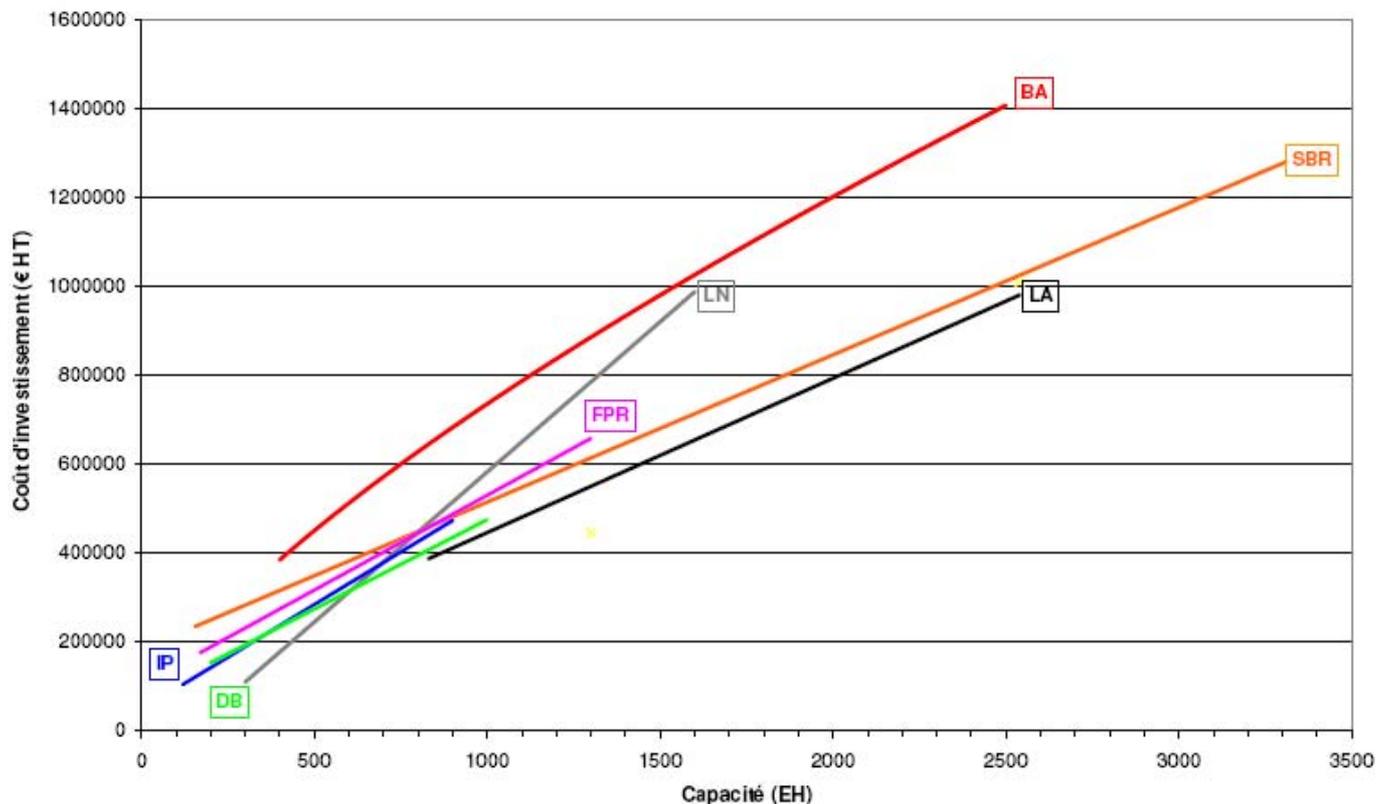
³ Hypothèse de calcul : vidange complète de la fosse (boues et surnageant)

⁴ Valeur qui peut paraître forte, comparée à celle mieux connue en boues activées. Une meilleure prise en compte de la dégradation anaérobie en digesteur devrait réduire ces volumes

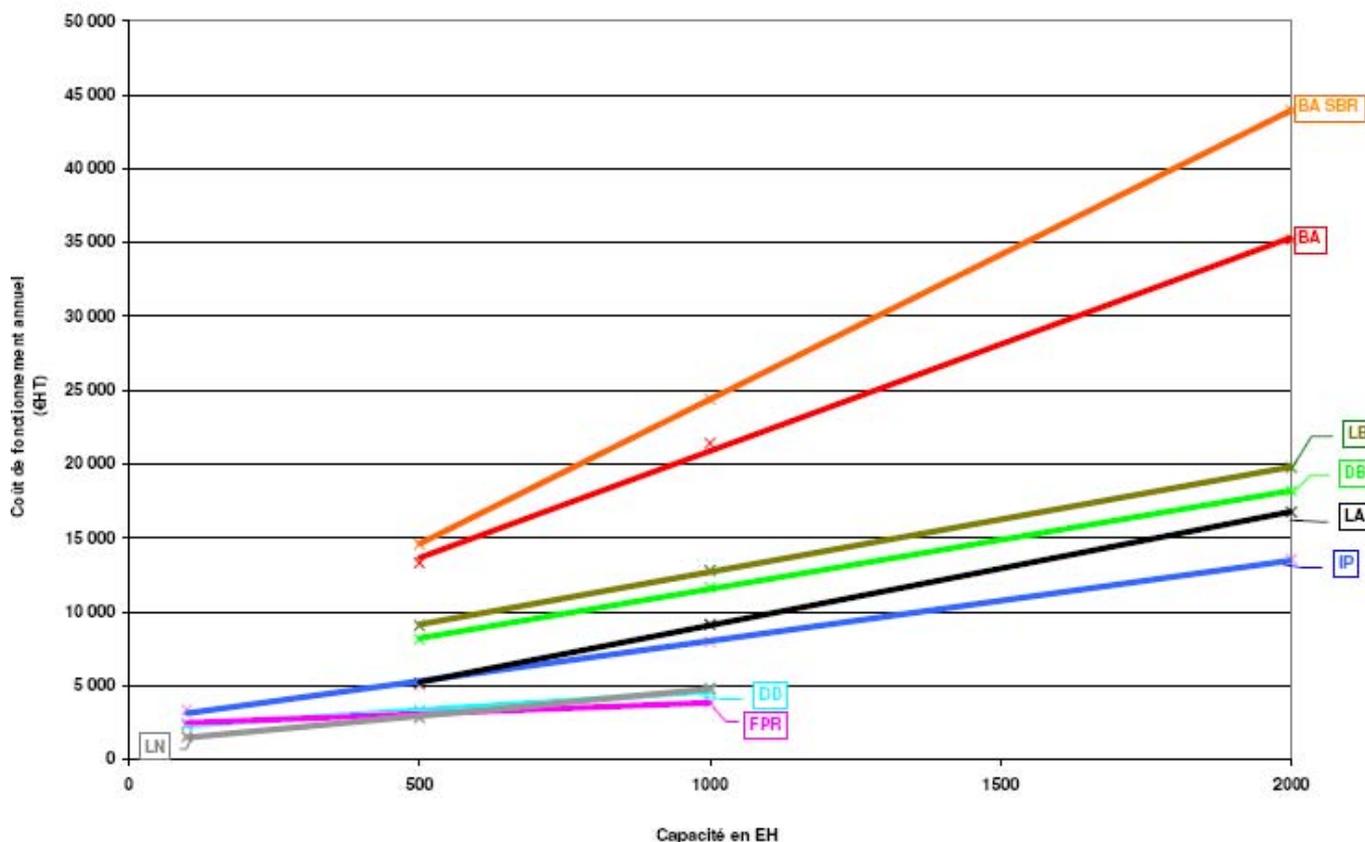
⁵ Les jus de retour du silo n'étant pas renvoyés en tête de station, les siccités en sortie d'épaisseur et de silo de stockage sont équivalentes

9. CLASSEMENT DES PROCÉDES SELON LE COUT D'INVESTISSEMENT

En raison de leur absence ou trop faible représentation dans le bassin Rhin-Meuse les procédés DD, LB et FPRh ne sont pas figurés sur le graphe ci-dessous



10. CLASSEMENT DES PROCÉDES SELON LE COUT D'EXPLOITATION



CONCLUSION

La fonction d'un ouvrage d'épuration est d'assurer avec fiabilité et pour un coût raisonnable, l'épuration des effluents au niveau de rejet exigé par le milieu récepteur et en respectant les contraintes réglementaires qui s'y appliquent.

Face à la diversité des contraintes de l'assainissement, un large éventail de solutions techniques est disponible.

A l'exception du lagunage naturel peu sensible aux variations de charge hydraulique, il apparaît qu'une **parfaite maîtrise du régime hydraulique** appliqué aux ouvrages est nécessaire pour assurer un fonctionnement convenable des différents systèmes de traitement étudiés.

En raison des évolutions réglementaires récentes l'implantation d'un seul décanteur-digesteur sans traitement secondaire n'est plus possible même dans le cas où l'impact sur le milieu récepteur le permet.

Les lits bactériens récemment implantés sur le bassin Rhin-Meuse ne correspondent pas à la conception type (décanteur / lit / clarificateur) cependant des installations anciennes conçues selon ce schéma ne permettent pas de discréditer ce procédé.

Le procédé d'épuration par disques biologiques longtemps tombé en désuétude dans le bassin Rhin Meuse est de nouveau proposé par plusieurs constructeurs qui ont corrigé les défauts, notamment électromécaniques, passés.

Le procédé SBR, pour l'heure peu répandu, doit être réservé à un personnel d'exploitation qualifié en raison la complexité de sa gestion

TABLEAU DE SYNTHÈSE

		Décanteur	Lit bactérien	Disques biologiques	Boues activées	SBR	Lagunage naturel	Lagunage aéré	Infiltration percolation	Filtres plantés horizontaux	Filtres plantés verticaux
Caractéristiques du réseau d'assainissement											
Type de réseau	séparatif						Oui si dim. adéquat				
	unitaire	si dim sur temps de pluie	avec limitation débit	avec limitation débit	avec limitation débit	Avec stockage amont		avec limitation débit	avec limitation débit	avec limitation débit	avec limitation débit
Caractéristiques qualitatives et quantitatives de l'influent											
Domaine d'application (EH ₉₀)		30-1000	200-2000	300-2000	500-2000	200-2000	50-1500	400-2000	50-1000	50-1000	50-1000
Nature	domestique										
	non domestique				en quantité limitée	en quantité limitée		en quantité limitée			
Variation de débit supérieure à 300 % du débit moyen de temps sec			Passagère	Passagère				Passagère		Passagère	
Variation de charge organique supérieure à 50 % de la charge organique nominale			Passagère	Passagère	Relative inertie	relative inertie	Acceptable	Passagère			
Taux de dilution permanent admissible (%)	minimal	0	100	100	0	0	100	100	0	0	0
	Maximal (sous réserve de capacité hydraulique suffisante)	200	300	300	200	200	400	300	300	300	300
Caractéristiques du site d'implantation											
Contrainte d'emprise foncière		0,01 à 0,05 m ² /EH ₉₀	1 à 5 m ² /EH ₉₀	1 à 5 m ² /EH ₉₀	0,6 m ² /EH ₉₀	0,500 m ² /EH ₉₀	25 m ² /EH ₉₀	8 m ² /EH ₉₀	5 à 10 m ² /EH ₉₀	10 m ² /EH ₉₀	5 à 10 m ² /EH ₉₀
Portance du sol nécessaire		Forte	Forte	Moyenne	Forte	Forte	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne
Procédé adapté à un site :											
- sensible aux nuisances olfactives											
- sensible aux nuisances sonores											
- ayant une contrainte paysagère											
Caractéristiques qualitatives de l'eau traitée											
Niveau de traitement réglementaire		D1	D4	D4	D4	D4	D3	D2	D4	D4	D4
Efficacité de l'élimination :											
- de la pollution carbonée										Aucune unité de ce type au niveau du bassin Rhin Meuse hormis un ouvrage à forte charge	
- de la pollution en matières en suspension											
- de la pollution azotée en NK											
- de la pollution azotée en NGL						Variable					
- de la pollution phosphorée					naturelle	Si déchets,					
- bactériologique (E. Coli)											
Compétences nécessaires à l'exploitation											
Compétences exploitant		Aucune particulière	Mécanique	Mécanique	Mécanique Automatisme Biologie	Mécanique Automatisme Biologie	Aucune particulière	Mécanique	Aucune particulière	Aucune particulière	Aucune particulière



GLOSSAIRE

Le glossaire ci-dessous récapitule les définitions utiles à la compréhension de la présente étude tirées des sources suivantes :

- DERU 21/05/1991 : Directive du Conseil n° 91/271/CEE du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires
- CGCT : Code général des collectivités territoriales
- Arrêté du 22 juin 2007 relatif à la collecte, au transport et au traitement des eaux usées des agglomérations d'assainissement ainsi qu'à la surveillance de leur fonctionnement et de leur efficacité, et aux dispositifs d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique supérieure à 1,2 kg/j de DBO5
- NF EN 1085 (septembre 1997) Traitement des eaux usées Vocabulaire
- NF EN 12255-1 (Avril 2002) Station d'épuration Partie 1 : Principes généraux de construction
- FD ISO 6107-1 (février 1997) Qualité de l'eau – Vocabulaire – Partie 1

TERMINOLOGIE RELATIVE AUX NOTIONS REGLEMENTAIRES

Agglomération	DERU 21/05/1991	Zone dans laquelle la population et/ou les activités économiques sont suffisamment concentrées pour qu'il soit possible de collecter les eaux urbaines résiduaires pour les acheminer vers une station d'épuration ou un point de rejet final
Capacité de traitement	NF EN 1085.1070	Débites et charges maximaux de l'influent qui peuvent être traités par une installation existante de façon à obtenir un effluent traité conforme au niveau de rejet requis.
Capacité nominale	NF EN 1085.1060	Débites et charges maximaux de l'influent à traiter pour lesquels les installations sont conçues pour être en conformité avec le niveau de rejet requis
Charge brute de pollution organique	CGCT R2224-6	Demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO ₅) calculé sur la base de la charge journalière moyenne de la semaine au cours de laquelle est produite la plus forte charge de substances polluantes dans l'année
Charge massique	NF EN 1085.7130	Charge de matières polluantes entrant dans le système biologique par unité de masse de matières en suspension ou de matières volatiles en suspension de la liqueur mixte. Il convient de spécifier si elle est rapportée à la masse totale de matières en suspension ou de matières volatiles en suspension
Charge volumique	NF EN 1085.4320	Charge rapportée au volume d'un module de traitement
Equivalent Habitants EH	DERU 21/05/1991	Charge organique biodégradable ayant une demande biochimique d'oxygène en cinq jours (DBO ₅) de 60 grammes d'oxygène par jour
Equivalent Habitants EH	NF EN 1085-1040	Grandeur calculée à partir de la comparaison des eaux usées des commerces, services, industries et des eaux usées domestiques et portant sur le volume journalier d'eau usées ou d'un élément polluant. EH ₅₀ signifie que le calcul du nombre d'équivalent habitants prend pour base une demande biochimique des eaux usées en 5 jours de 50 g/hab.j EH ₆₀ signifie que le calcul du nombre d'équivalents habitants prend pour base une demande biochimique des eaux usées en cinq jours de 60 g/hab.j

TERMINOLOGIE RELATIVE AUX ANALYSES

Azote ammoniacal (NH₄)		Concentrations en masse de la somme de l'azote ammoniacal
Azote Kjeldahl (NK)	NF EN 1085.3210	Concentrations en masse de la somme de l'azote organique et ammoniacal
Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (DBO₅)	NF EN 1085.3110	Concentration en masse de l'oxygène dissous consommé, dans des conditions définies (5 jours à 20 °C avec ou sans inhibition de la nitrification), par l'oxydation des matières organiques ou minérales de l'eau. Elle permet d'évaluer la quantité d'oxygène que le milieu récepteur devra pouvoir fournir pour assurer la

Demande chimique en oxygène (DCO)	NF EN 1085.3120	dégradation aérobie de l'effluent qui y sera rejeté Concentration en masse d'oxygène équivalente à la quantité de dichromate consommée lorsqu'on traite un échantillon d'eau avec cet oxydant dans des conditions définies
Matières en suspension (MES)	NF EN 1085.3160	Concentration en masse contenue dans un liquide normalement déterminée par filtration ou centrifugation puis séchage dans des conditions définies
Phosphore total (Pt)	NF EN 1085.3220	Concentrations en masse de la somme du phosphore organique et minéral

TERMINOLOGIE RELATIVE AUX TECHNIQUES DE TRAITEMENT

Aération	NF EN 1085.7140	Introduction d'air ou d'oxygène
Aération prolongée	NF EN 1085.7190	Procédé d'épuration par boues activées dans lequel la phase d'aération est prolongée dans le souci de réduire la masse de matières organiques des boues produites que l'on doit ensuite traiter
Age des boues	NF EN 1085.7110	Temps calculé nécessaire pour extraire la masse de boues (à l'exclusion de celles présentes dans le clarificateur et les zones anaérobies et en comptant les zones aérobies et anoxiques), la masse journalière extraite étant constante ; cette masse inclut les matières en suspension de l'effluent
Bassin d'aération	NF EN 1085.7160	Ouvrage dans lequel les eaux à traiter et les boues activées sont mélangées et aérées
Besoin en oxygène	NF EN 1085.7220	Masse d'oxygène consommé par unité de volume de liqueur mixte et par unité de temps
Clarificateur ; décanteur secondaire	NF EN 1085.7300	Ouvrage dans lequel les boues activées, ou les boues de cultures fixées sont séparées des eaux épurées pour des boues activées ou des cultures fixées
Cloison siphonide	NF EN 1085.4410	Cloison verticale, partiellement immergée dans un bassin, une lagune, afin de retenir les flottants éventuels
Conditions aérobies	NF EN 1085.4090	Désigne une situation dans laquelle de l'oxygène dissous est présent
Conditions anaérobies	NF EN 1085.4110	Désigne une situation dans laquelle sont absents : oxygène dissous, nitrites et nitrates
Conditions anoxiques	NF EN 1085.4100	Désigne une situation dans laquelle l'oxygène dissous est absent et où nitrites et nitrates sont présents
Décanteur	NF EN 1085.4370	Ouvrage de séparation des matières en suspension des eaux usées, sous l'influence de la gravité, par exemple, décanteur primaire, décanteur intermédiaire, décanteur secondaire
Décanteur primaire	NF EN 1085.5120	Bassin dans lequel la majorité des matières décantables sont séparées par décantation des eaux usées brutes ou prétraitées qui le traversent
Décanteur secondaire (de lit bactérien)	NF EN 1085.6130	Clarificateur intermédiaire ou secondaire situé en aval d'un lit bactérien
Défecteur, tranquillisateur	NF EN 1085.4460	Dispositif utilisé dans un bassin pour réduire les turbulences et y obtenir un écoulement plus uniforme
Dégradation	NF EN 1085.4120	Processus physique, chimique ou biochimique par lequel les constituants d'une eau usée ou d'une boue sont décomposés
Dégraisseur, déshuileur	NF EN 1085.5100	Ouvrage ou appareillage destiné à séparer des eaux usées les graisses, huiles et autres matières flottants
Dénitrification	NF EN 1085.4250	Réduction des nitrates et des nitrites pour libérer principalement de l'azote gazeux, généralement sous l'action des bactéries

Dégrilleur	NF EN 1085.5010	Appareil destiné à séparer des particules grossières et des objets des eaux usées, par rétention sur des barreaux raclés manuellement ou mécaniquement, sur des bandes mobiles, des disques ou tambours rotatifs constitués de surfaces perforées, de grilles
Dessableur	NF EN 1085.5070	Ouvrage destiné à séparer les graviers, le sable et les autres matières minérales similaires des eaux usées
Dessableur ; dégraisseur statique	NF EN 1085.5060	Ouvrage ou appareillage mécanique destiné à séparer et enlever les graviers, sables ou matières minérales similaires des eaux usées. Les flottants peuvent aussi y être éliminés
Dessableur aéré ; Dégraisseur Dessableur aéré	NF EN 1085.5080	Ouvrage et équipement destinés à séparer les sables et autres matières minérales des eaux usées en utilisant de l'air pour induire une circulation. Cette fonction peut être combinée avec la séparation et la récupération des matières flottantes
Digestion anaérobie des boues	NF EN 1085.9120	Procédé anaérobie qui réduit la masse de matières organiques des boues
Epaississement	FD ISO 6107-1 24012	Procédé qui consiste à augmenter la concentration en solides d'une boue, par élimination de l'eau
Epaississeur	NF EN 1085.9240	Ouvrage ou appareil assurant la réduction de la teneur en eau de la boue, sous l'effet de la gravité, avec ou sans herse d'épaississement, en assurant l'élimination ultérieure du surnageant
Equipement	NF EN 12255 3.2.	Composant associé à un ouvrage, par installation, montage, liaison ou mise en œuvre pour son exploitation afin d'assurer la fonction qui est dévolue
Eutrophisation	NF EN 1085.4200	Enrichissement de l'eau, qu'elle soit douce ou saline, par des sels nutritifs, en particulier par des composés d'azote ou de phosphore qui accéléreront la croissance d'algues et des formes plus développées de la vie végétale
Evacuation des boues	NF EN 1085.9020	Toute méthode qui consiste à se débarrasser de la boue sans bénéfice pour l'environnement, par exemple : mise en décharge de boues ou de cendres d'incinération
Film biologique	NF EN 1085.6010	Couche formée par les microorganismes qui se développent à la surface du matériau support
Finition	NF EN 1085.8080	Etape complémentaire de traitement améliorant la qualité des effluents secondaires par élimination de matières en suspension, par exemple, lagune de finition, filtration. Une élimination complémentaire de DBO ₅ peut en résulter
Floculant	NF EN 1085.8170	Produit chimique ajouté afin de produire des agrégats (flocs) ou pour accroître la taille ou la cohésion des flocs
Flottants ; mousses	NF EN 1085.4400	Matières flottants séparées de boues ou d'eaux usées
Flottation	NF EN 1085.4390	Montée des matières en suspension dans un liquide vers la surface sous l'effet de l'entraînement par un gaz
Foisonnement des boues	NF EN 1085.7380	Phénomène pouvant affecter les stations d'épuration à boues activées lorsque celles-ci occupent un volume excessif pour leurs poids et ne décantent plus correctement. Le foisonnement est habituellement associé à la présence excessive de microorganismes filamenteux.
Fosse Imhoff ; décanteur digesteur combiné	NF EN 1085.9180	Ouvrage à deux étages dont l'étage supérieur est un décanteur et l'étage inférieur un digesteur anaérobie
Fosse septique	NF EN 1085.9170	Réservoir fermé de décantation dans lequel les boues décantées sont en contact direct avec les eaux usées traversant l'ouvrage. Les matières organiques solides y sont partiellement décomposées par voie bactérienne anaérobie

Infiltration	NF EN 1085.8100	Rejets d'eaux usées prétraitées ou traitées vers le sous-sol sans objectif agricole. Exemple : infiltration dans un puits d'infiltration, par tranchées ou par un réseau souterrain de drains épandage souterrain
Lagune	NF EN 1085.8010	Bassin de construction simple, le plus souvent en terre et destiné au traitement des eaux usées ; exemple : lagune naturelle, lagune d'aération; lagune de finition
Lagune aérée	NF EN 1085.8050	Lagune de traitement des eaux usées avec aération artificielle et sans recirculation de boues
Lagune de décantation	NF EN 1085.8020	Lagune utilisée pour la séparation des matières en suspension de l'eau usées
Lagune de finition	NF EN 1085.8060	Lagune utilisée pour la finition des eaux usées traitées
Lagunage naturel	NF EN 1085.8070	Procédé d'un traitement biologique constitué d'une série de lagunes à eaux usées sans aération artificielle
Lagune naturelle	NF EN 1085.8030	Lagune sans aération artificielle dans laquelle intervient principalement la dégradation aérobie des eaux usées
Lit bactérien	NF EN 1085.6030	Réacteur à culture fixée sur un lit de matériau support à travers lequel les eaux à traiter percolent. L'aération peut être naturelle ou forcée
Matériaux de garnissage ; matériau support	NF EN 1085.6080	Matériaux inertes de diverses surfaces spécifiques sur lesquels se développe un film biologique
Matière sèche ; siccité	NF EN 1085.9400	Quotient de la masse des solides totaux à la masse totale des boues
Nitrification	NF EN 1085.4240	Oxydation des ions ammonium par les bactéries. Généralement, les produits ultimes d'une telle oxydation sont des nitrates
Niveau de voile de boues	NF EN 1085.7340	Distance séparant l'interface boues-surnageant du plan d'eau du décanteur
Ouvrage	NF EN 12255 3.1	Construction, et ses composants, érigée pour la mise en place des équipements
Prétraitements	NF EN 1085.4020	Etape de traitement concernant l'élimination des solides grossiers, des sables et graviers ou des matières flottants des eaux usées
Racleur	NF EN 1085.4380	Équipement mécanique assurant la collecte des matières décantées ou flottées
Recyclage	NF EN 1085.6140	Retour d'une fraction des eaux traitées par un réacteur à culture fixée afin de la mélanger avec les eaux qui l'alimente
Refus de dégrillage ; refus de tamisage	NF EN 1085.5030	Matières retenues par un dégrilleur, un tamis
Répartiteur de débit	NF EN 1085.4450	Ouvrage ou dispositif conçu pour répartir un débit en proportions souhaitées
Réservoir de chasse	NF EN 1085.6100	Petit réservoir recevant les eaux usées décantées jusqu'à l'accumulation du volume prescrit qui est alors déversé automatiquement par exemple vers le dispositif de distribution d'un lit bactérien (ou d'un filtre à sables)
Respiration	NF EN 1085.4160	Echange de gaz entre un organisme et son environnement résultant de l'oxydation du substrat avec libération d'énergie. Elle a lieu en conditions aérobies ou anoxygènes
Stabilisation aérobie; digestion aérobie de boues	NF EN 1085.9130	Procédé aérobie qui réduit la matière organique des boues
Station d'épuration des eaux usées	NF EN 12255-3.5	Système destiné à la purification des eaux usées comprenant des ouvrages et des équipements techniques

Surface spécifique d'un matériau de garnissage	NF EN 1085.6090	Caractéristiques d'un matériau de garnissage exprimées par sa surface développée par unité de volume, mesurée dans des conditions spécifiées, exemple matériau non colonisé
Système de collecte	DERU 21/05/1991	Système de canalisations qui recueille et achemine les eaux urbaines résiduaires
Tamis	NF EN 1085.5020	Appareil destiné à séparer des matières solides des eaux usées, par rétention sur des bandes mobiles, des disques ou tambours rotatifs constitués de surfaces perforées, de grilles ou de sacs filtrants
Taux de recirculation	NF EN 1085.7040	Quotient du volume de boues recirculées par le volume des eaux à traiter
Temps de séjour	NF EN 1085.4290	Durée théorique pendant laquelle un fluide séjourne dans une unité ou un système donné, calculée en divisant le volume du système par le débit du fluide à l'exclusion des débits de recirculation
Temps de séjour des boues (moyen)	NF EN 1085.7120	Temps calculé nécessaire pour extraire la masse de boues totale d'une station d'épuration à boues activées (en y incluant les décanteurs secondaires, les zones anaérobies et anoxiques, etc...) à vitesse d'extraction constante. NOTE : le calcul s'opère en divisant cette masse totale par la masse des boues extraites par jour, incluant les matières en suspension de l'effluent.
Temps de séjour en digestion	NF EN 1085-9200	Rapport du volume effectif du digesteur au volume de boues journallement introduit. Si du surnageant est soutiré, le temps de séjour en digestion est inférieur à l'âge des boues
Traitement aérobic	NF EN 1085.4060	Épuration des eaux usées à l'aide de microorganismes aérobies en conditions aérobies ou anoxiques
Traitement anaérobic	NF EN 1085.4070	Traitement des eaux usées à l'aide de microorganismes anaérobies en conditions anaérobies
Traitement approprié	DERU 21/05/1991	Traitement des eaux urbaines résiduaires par tout procédé et/ou système d'évacuation qui permettent, pour les eaux réceptrices des rejets, de respecter les objectifs de qualité retenus ainsi que de répondre aux dispositions pertinentes de la présente directive et d'autres directives communautaires
Traitement des boues	NF EN 1085.9010	Toute étape de transformation de la boue en vue de sa réutilisation ou de son évacuation. Par exemple, épaissement, stabilisation, conditionnement des boues, déshydratation, séchage, désinfection, incinération
Traitement pas boues activées	NF EN 1085.7010	Procédé de traitement biologique des eaux usées dans lequel un mélange d'eaux usées et de boues activées est agité et aéré. Les boues activées sont ensuite séparées des eaux épurées et sont recirculées vers le traitement. Une partie des boues activées est extraite du traitement en tant que boues en excès
Traitement primaire	DERU 21/05/1991	Traitement des eaux urbaines résiduaires par un procédé physique et/ou chimique comprenant la décantation des matières solides en suspension ou par d'autres procédés par lesquels la DB05 des eaux résiduaires entrantes est réduite d'au moins 20% avant le rejet et le total des matières solides en suspension des eaux résiduaires entrantes, d'au moins 50 %
Traitement secondaire	DERU 21/05/1991	Le traitement des eaux urbaines résiduaires par un procédé comprenant généralement un traitement biologique avec décantation secondaire ou par un autre procédé permettant de respecter les conditions du tableau 1 de l'annexe de la DERU
Traitement tertiaire	NF EN 1085.4050	Procédés complémentaires permettant une épuration plus poussée que celle obtenue à la suite d'un traitement primaire et secondaire
Valorisation des boues	NF EN 1085.9030	Réutilisation de la boue traitée avec un bénéfice pour l'environnement, par exemple : valorisation en agriculture
Vitesse de décantation	NF EN 1085.4350	Vitesse de décantation des matières en suspension déterminées, dans des conditions spécifiées, par exemple par une courbe de décantation

TERMINOLOGIE RELATIVE AUX EAUX - BOUES

Boues	NF EN 1085.1020	Mélange d'eau et de matières solides séparées, par des procédés naturels ou artificiels, des divers types d'eaux qui les contiennent (NOTE : les résidus des prétraitements ne sont pas considérés comme étant des boues)
Boues	DERU 21/05/1991	Boues résiduaires, traitées ou non, provenant de stations d'épuration des eaux urbaines résiduaires
Boues activées	FD ISO 6107-1 1261	Amas biologique (flocs) formé, au cours du traitement d'une eau résiduaire par la croissance de bactéries et d'autres microorganismes en présence d'oxygène dissous
Boues activées en excès	NF EN 1085.7090	Boues extraites d'une installation à boues activées
Boues biologiques ; boues secondaires	NF EN 1085.9070	Boues en provenance d'un traitement secondaire ou biologique
Boues primaires	NF EN 1085.9050	Boues issues d'une décantation primaire qui ne sont pas mélangées à d'autres boues recirculées
Boues recirculées, boues de recirculation	NF EN 1085.7030	Boues activées qui après séparation d'avec la liqueur mixte sont réutilisées dans le traitement de l'eau
Eau brute	FD ISO 6107-1 119	Eau qui n'a subi aucun traitement de quelque sorte que ce soit, ou eau qui entre dans une station afin d'y subir un traitement ou traitement supplémentaire
Eaux industrielles usées	DERU 21/05/1991	Eaux usées provenant de locaux utilisés à des fins commerciales ou industrielles, autres que les eaux ménagères usées et les eaux de ruissellement
Eaux usées domestiques	DERU 21/05/1991	Eaux usées provenant des établissements et services résidentiels et produites essentiellement par le métabolisme humain et les activités ménagères
Eaux usées – Eau résiduaires	DERU 21/05/1991	Eaux ménagères usées ou le mélange des eaux ménagères usées avec des eaux industrielles usées et/ou des eaux de ruissellement
Eaux usées septiques	NF EN 1085.2020	Eaux usées qui ont subi des conditions anaérobies produisant habituellement de l'hydrogène sulfuré
Liqueur mixte	NF EN 1085.7060	Mélange d'eaux usées et de boues activées participant au traitement dans une installation à boues activées

TERMINOLOGIE RELATIVE AU RESEAU

Déversoir d'orage	NF EN 1085.2150	Dispositif équipant un réseau unitaire ou un réseau pseudo séparatif ou une station d'épuration qui élimine du système un excès de débit
Réseau d'assainissement	FD ISO 6107-8 52	Réseau d'égouts et ouvrages auxiliaires assurant le transport des eaux résiduaires et/ou des eaux de ruissellement vers une installation de traitement ou une masse d'eau réceptrice
Réseau de type séparatif	NF EN 1085.2130	Réseau d'assainissement comprenant normalement deux canalisations, l'une véhiculant les eaux usées et l'autre les eaux de surface
Réseau de type unitaire	NF EN 1085.2120	Réseau d'assainissement conçu pour véhiculer à la fois les eaux usées et les eaux de surface dans une même canalisation

TERMINOLOGIE RELATIVE AUX DEBITS

Débit	NF EN 1085.3010	Volume de fluide s'écoulant à travers une certaine section pendant une unité de temps
Débit de pointe	NF EN 1085.3020	Quantité maximale de fluide passant à travers une certaine section pendant une unité de temps
Débit de référence	Arrêté du 22 juin 2007	Débit au-delà duquel les objectifs de traitement minimum [...] ne peuvent être garantis et qui conduit à des rejets dans le milieu récepteur au niveau des déversoirs d'orage ou by-pass
Débit de temps sec	NF EN 1085.3050	Débit d'eau usée arrivant à la station d'épuration sans être modifié par des chutes de pluies ou des fontes des neiges
Débit moyen	NF EN 1085.3070	Débit moyen pendant une durée spécifiée

Statistiques relatives aux performances des stations d'épuration étudiées

ANNEXE 2

1. FOSSE TOUTES EAUX

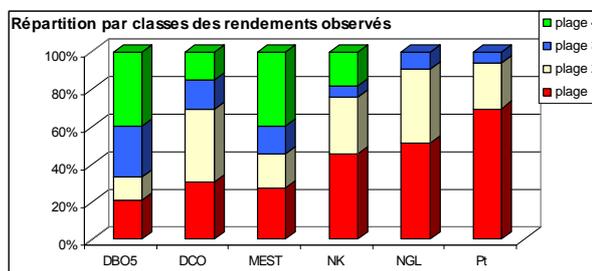
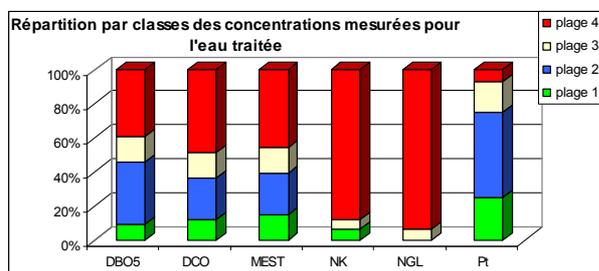
Pas de données disponibles

2. DECANTEUR / DIGESTEUR

Pas de données disponibles

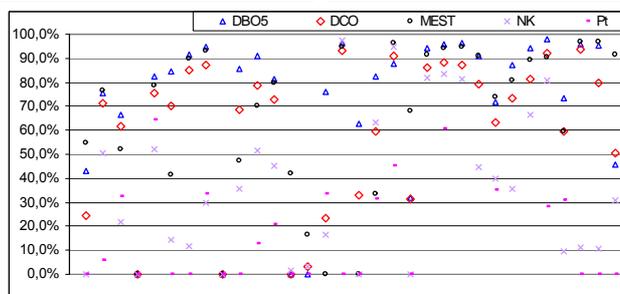
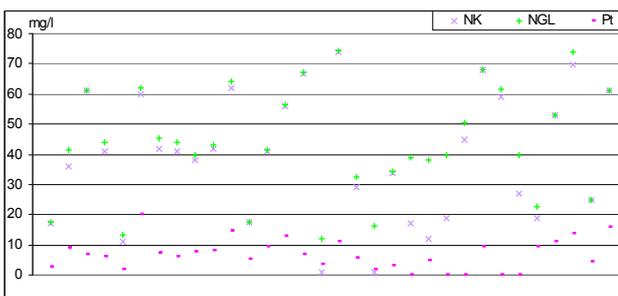
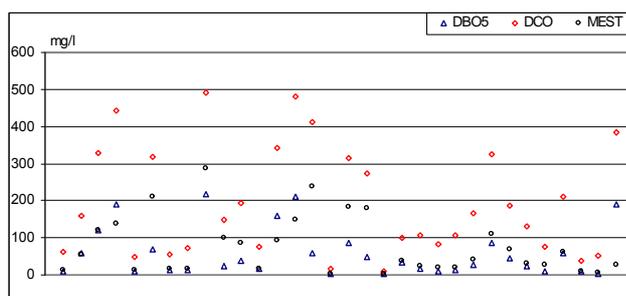
3. LIT BACTERIEN

3.1. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION PAR CLASSES DE PERFORMANCES EN RENDEMENT ET CONCENTRATION

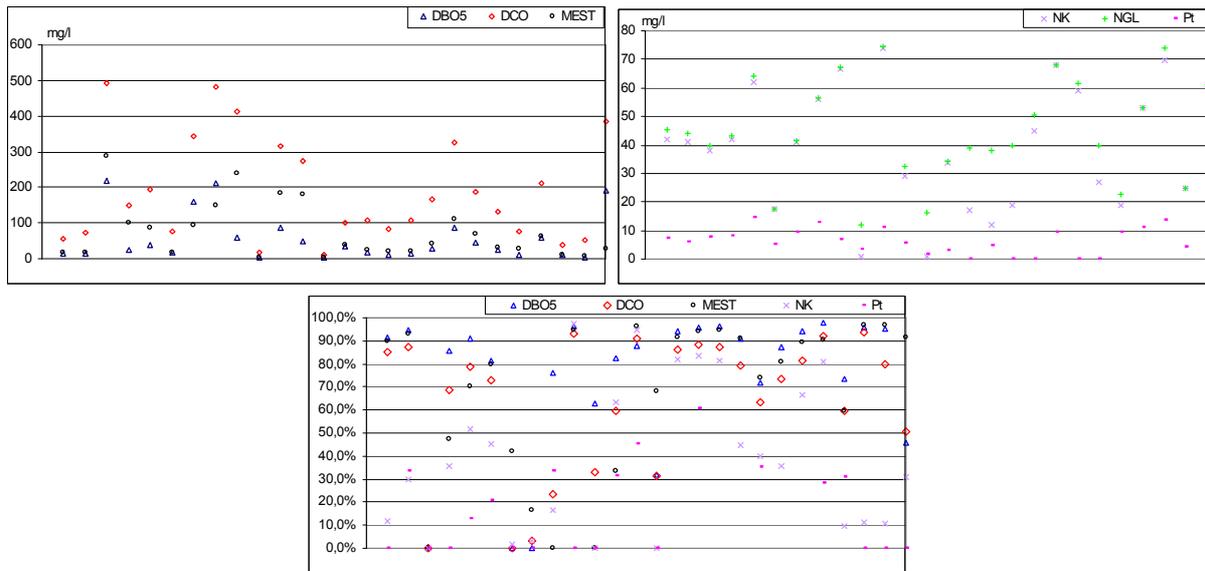


	Plage de concentrations mesurées pour l'eau traitée (mg/l)				Plage de rendement (%)			
	plage 1	plage 2	plage 3	plage 4	plage 1	plage 2	plage 3	plage 4
DBO5	0-10	10-25	25-50	>50	0-50	50-75	75-90	90-100
DCO	0-50	50-100	100-150	>150	0-50	50-75	75-90	90-100
MEST	0-10	10-25	25-50	>50	0-50	50-75	75-90	90-100
NK	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100
NGL	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100
Pt	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100

3.2. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION DES MESURES DE CONCENTRATIONS ET RENDEMENT DE L'EAU TRAITEE SUR UNE ANNEE COMPLETE

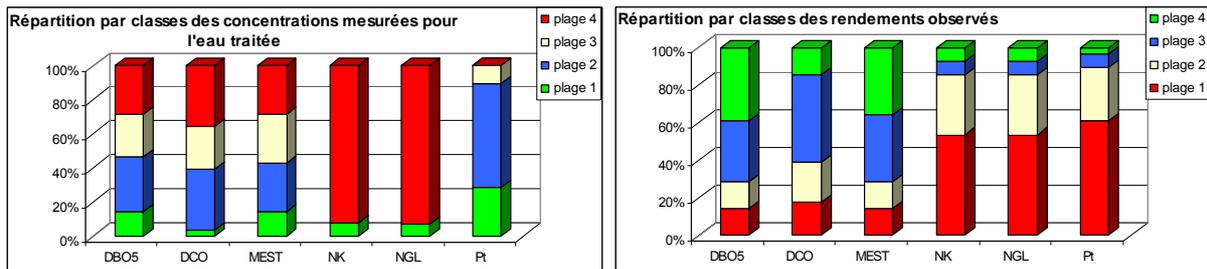


3.3. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION DES MESURES DE CONCENTRATIONS ET RENDEMENT DE L'EAU TRAITEE SUR UNE ANNEE COMPLETE PENDANT LA PERIODE D'ETIAGE (AVRIL – OCTOBRE)



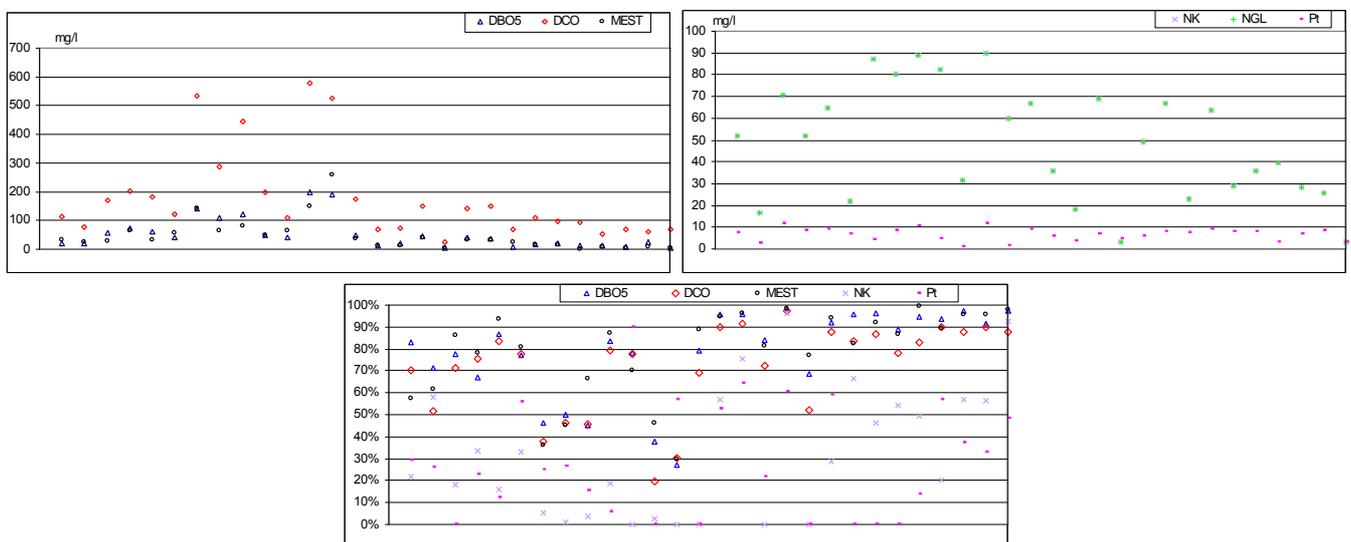
4. DISQUE BIOLOGIQUE

4.1. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION PAR CLASSES DE PERFORMANCES EN RENDEMENT ET CONCENTRATION

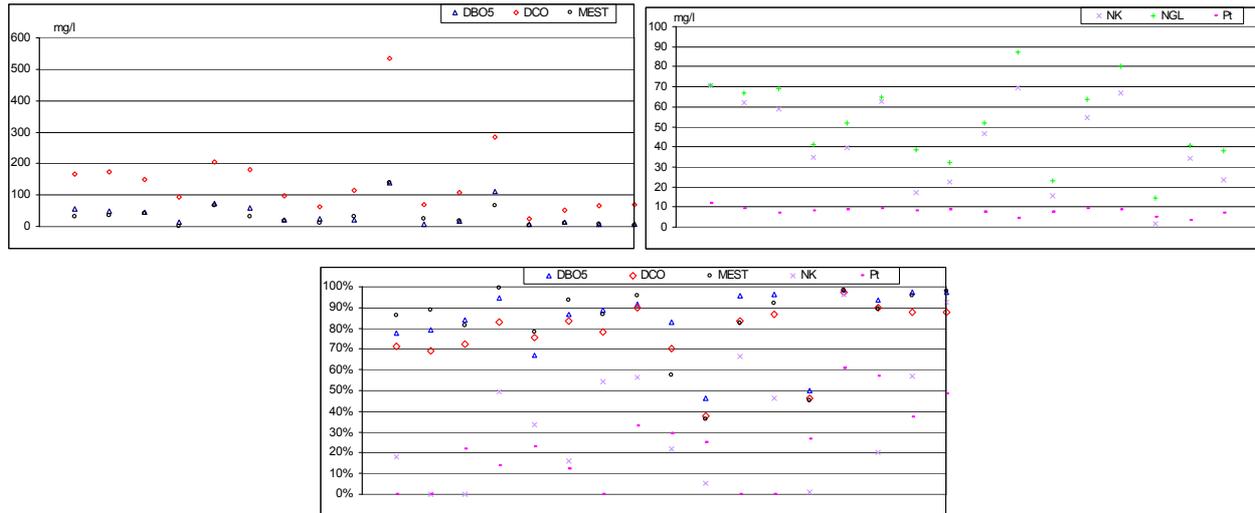


	Plage de concentrations mesurées pour l'eau traitée (mg/l)				Plage de rendement (%)			
	plage 1	plage 2	plage 3	plage 4	plage 1	plage 2	plage 3	plage 4
DBO5	0-10	10-25	25-50	>50	0-50	50-75	75-90	90-100
DCO	0-50	50-100	100-150	>150	0-50	50-75	75-90	90-100
MEST	0-10	10-25	25-50	>50	0-50	50-75	75-90	90-100
NK	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100
NGL	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100
Pt	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100

4.2. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION DES MESURES DE CONCENTRATIONS ET RENDEMENT DE L'EAU TRAITEE SUR UNE ANNEE COMPLETE

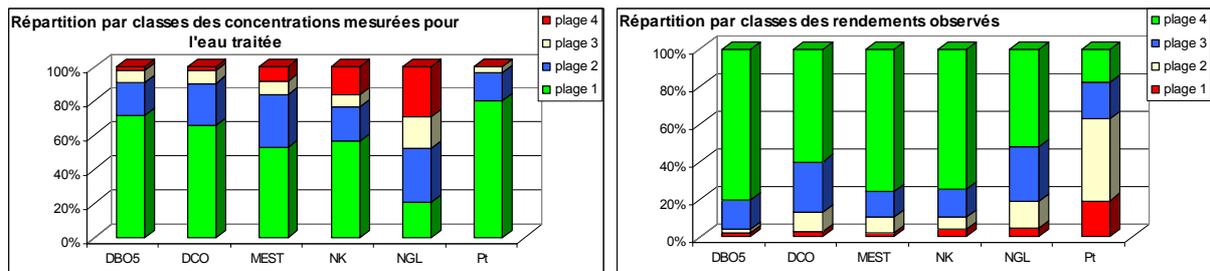


4.3. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION DES MESURES DE CONCENTRATIONS ET RENDEMENT DE L'EAU TRAITEE SUR UNE ANNEE COMPLETE PENDANT LA PERIODE D'ETIAGE (AVRIL – OCTOBRE)



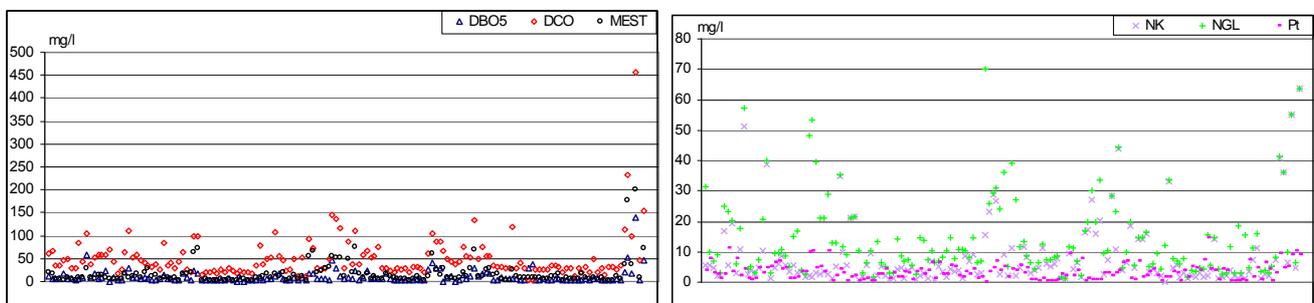
5. BOUES ACTIVEES

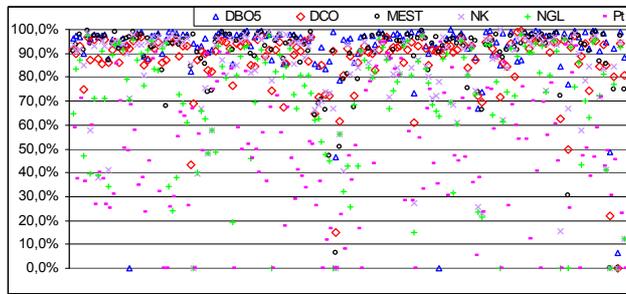
5.1. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION PAR CLASSES DE PERFORMANCES EN RENDEMENT ET CONCENTRATION



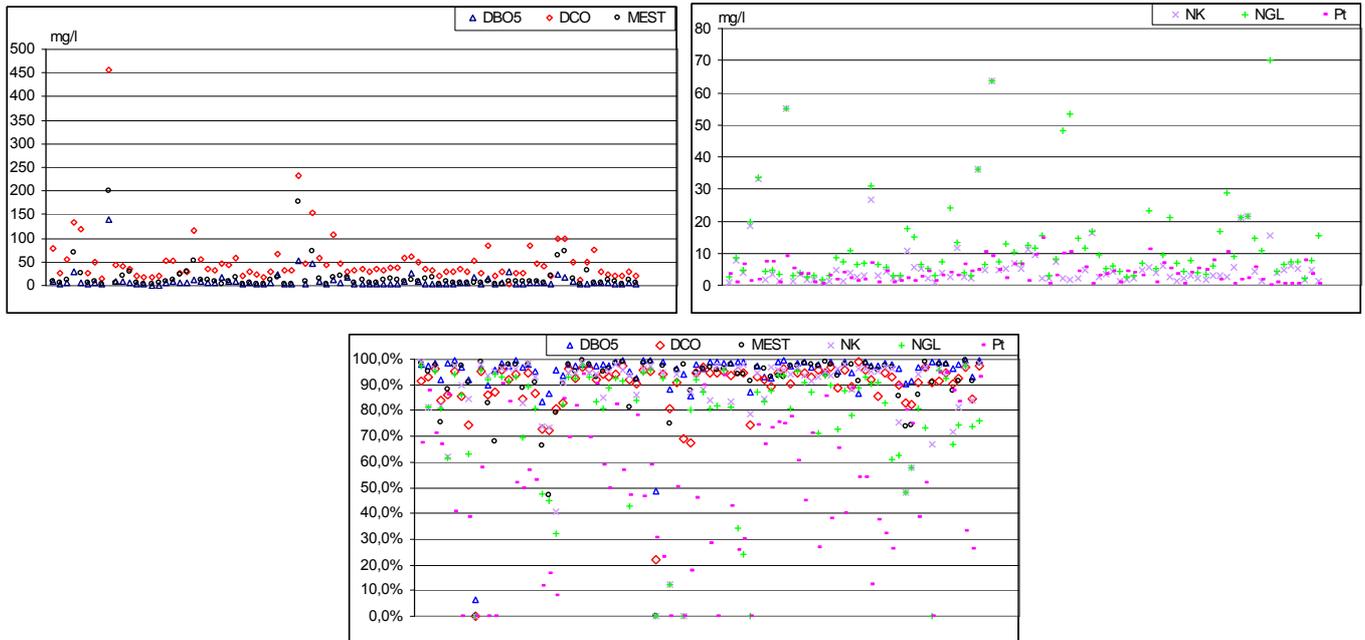
	Plage de concentrations mesurées pour l'eau traitée (mg/l)				Plage de rendement (%)			
	plage 1	plage 2	plage 3	plage 4	plage 1	plage 2	plage 3	plage 4
DBO5	0-10	10-25	25-50	>50	0-50	50-75	75-90	90-100
DCO	0-50	50-100	100-150	>150	0-50	50-75	75-90	90-100
MEST	0-10	10-25	25-50	>50	0-50	50-75	75-90	90-100
NK	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100
NGL	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100
Pt	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100

5.2. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION DES MESURES DE CONCENTRATIONS ET RENDEMENT DE L'EAU TRAITEE SUR UNE ANNEE COMPLETE



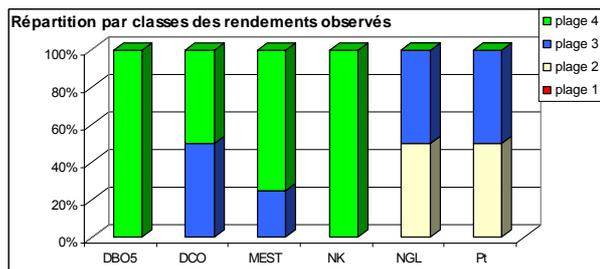
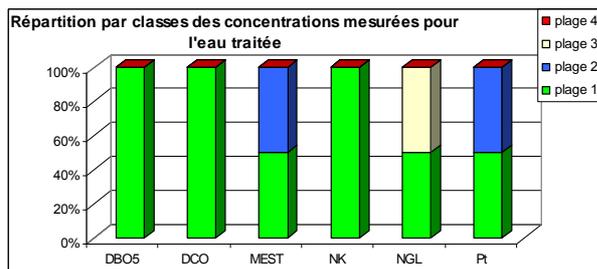


5.3. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION DES MESURES DE CONCENTRATIONS ET RENDEMENT DE L'EAU TRAITEE SUR UNE ANNEE COMPLETE PENDANT LA PERIODE D'ETIAGE (AVRIL – OCTOBRE)



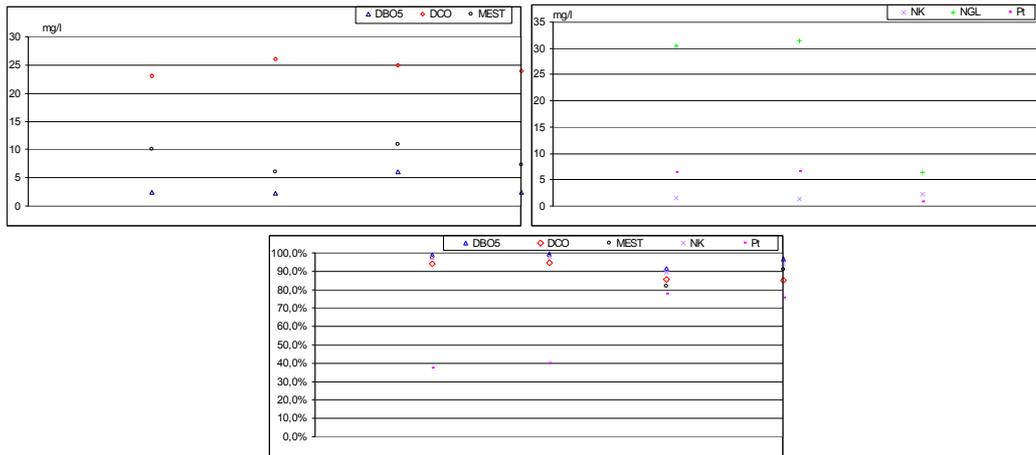
6. BOUES ACTIVEES PAR TRAITEMENT SEQUENTIEL COMBINE

6.1. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION PAR CLASSES DE PERFORMANCES EN RENDEMENT ET CONCENTRATION



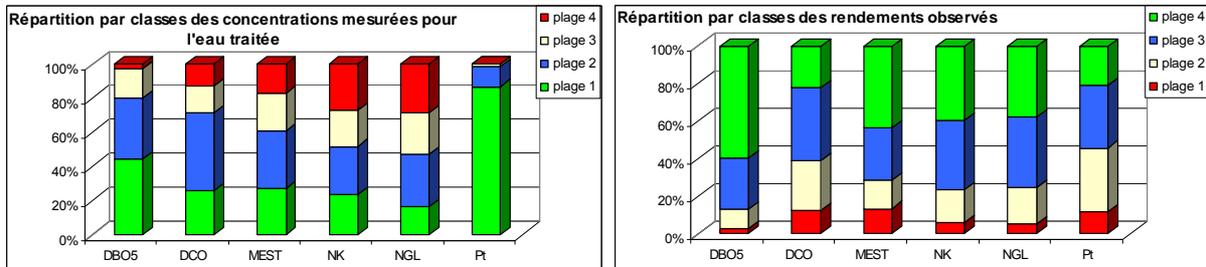
	Plage de concentrations mesurées pour l'eau traitée (mg/l)				Plage de rendement (%)			
	plage 1	plage 2	plage 3	plage 4	plage 1	plage 2	plage 3	plage 4
DBO5	0-10	10-25	25-50	>50	0-50	50-75	75-90	90-100
DCO	0-50	50-100	100-150	>150	0-50	50-75	75-90	90-100
MEST	0-10	10-25	25-50	>50	0-50	50-75	75-90	90-100
NK	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100
NGL	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100
Pt	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100

6.2. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION DES MESURES DE CONCENTRATIONS ET RENDEMENT DE L'EAU TRAITEE SUR UNE ANNEE COMPLETE



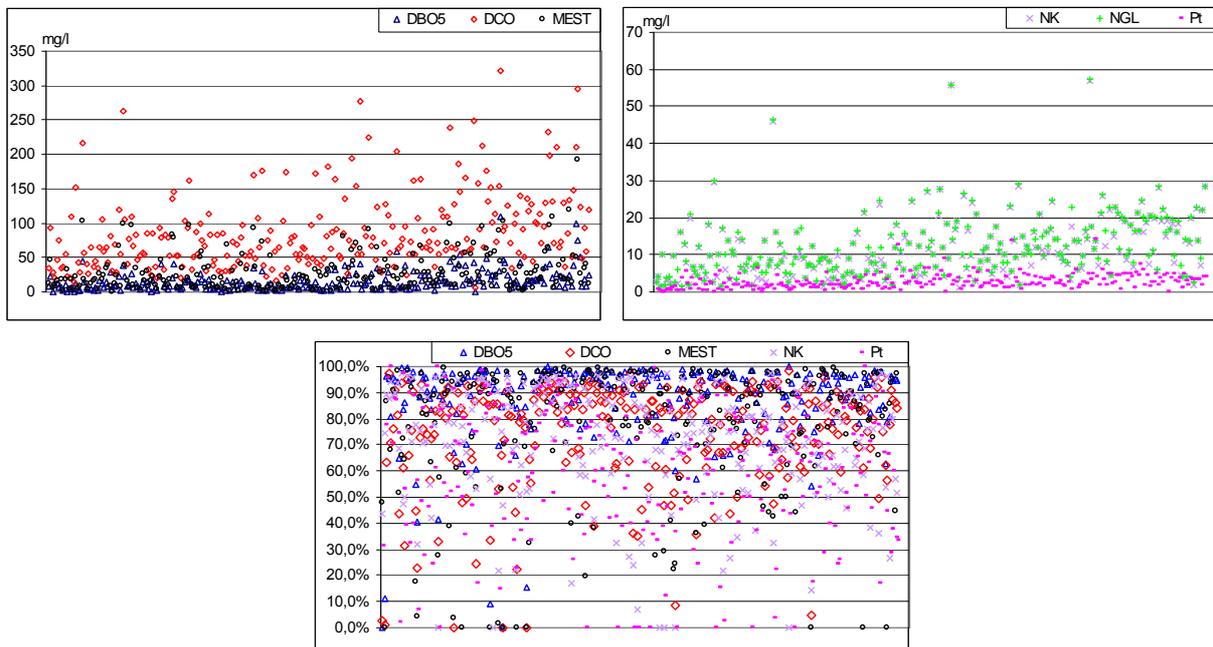
7. LAGUNAGE NATUREL

7.1. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION PAR CLASSES DE PERFORMANCES EN RENDEMENT ET CONCENTRATION

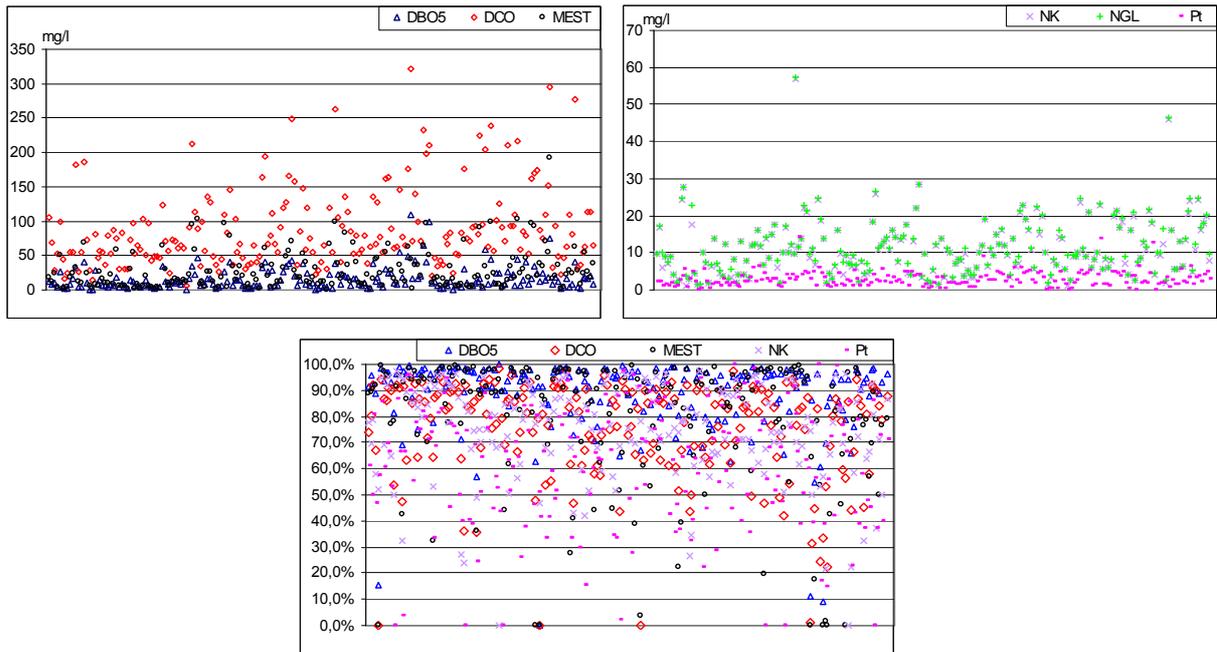


	Plage de concentrations mesurées pour l'eau traitée (mg/l)				Plage de rendement (%)			
	plage 1	plage 2	plage 3	plage 4	plage 1	plage 2	plage 3	plage 4
DBO5	0-10	10-25	25-50	>50	0-50	50-75	75-90	90-100
DCO	0-50	50-100	100-150	>150	0-50	50-75	75-90	90-100
MEST	0-10	10-25	25-50	>50	0-50	50-75	75-90	90-100
NK	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100
NGL	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100
Pt	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100

7.2. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION DES MESURES DE CONCENTRATIONS ET RENDEMENT DE L'EAU TRAITEE SUR UNE ANNEE COMPLETE

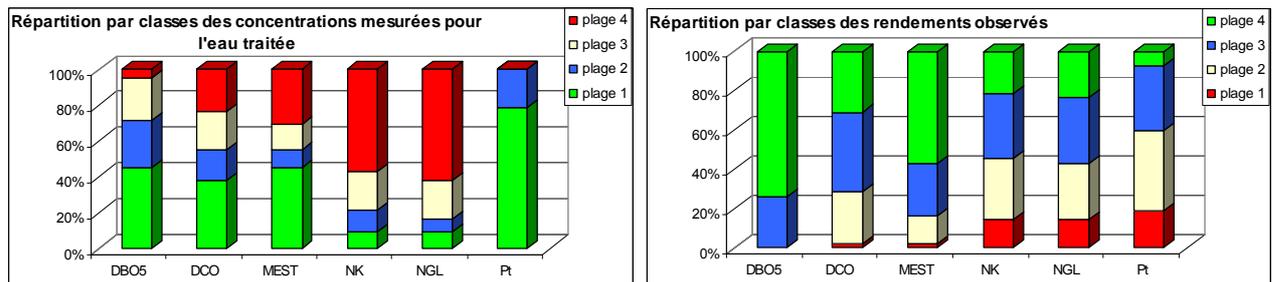


7.3. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION DES MESURES DE CONCENTRATIONS ET RENDEMENT DE L'EAU TRAITEE SUR UNE ANNEE COMPLETE PENDANT LA PERIODE D'ETIAGE (AVRIL – OCTOBRE)



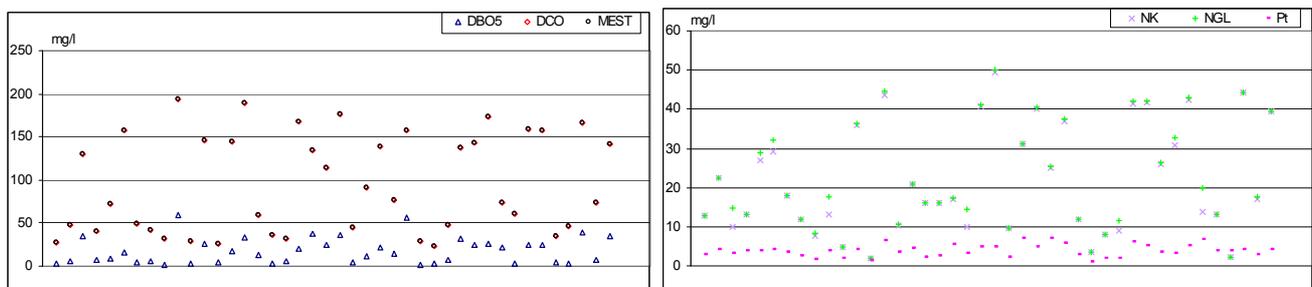
8. LAGUNAGE AERE

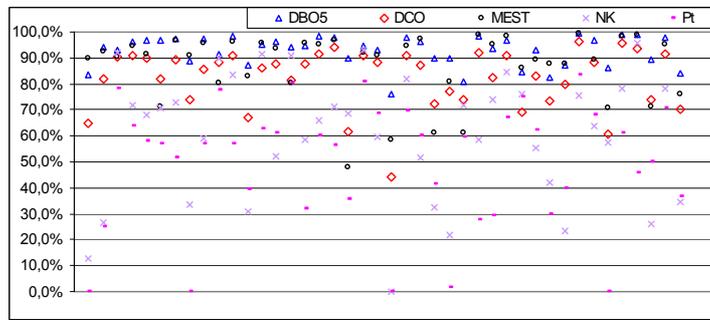
8.1. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION PAR CLASSES DE PERFORMANCES EN RENDEMENT ET CONCENTRATION



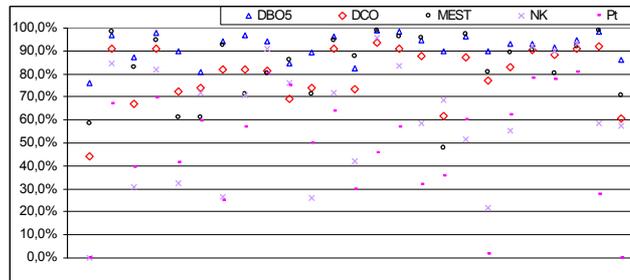
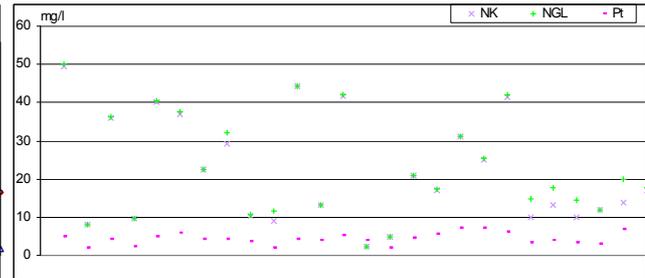
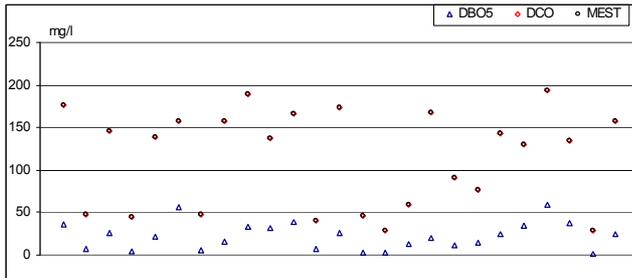
	Plage de concentrations mesurées pour l'eau traitée (mg/l)				Plage de rendement (%)			
	plage 1	plage 2	plage 3	plage 4	plage 1	plage 2	plage 3	plage 4
DBO5	0-10	10-25	25-50	>50	0-50	50-75	75-90	90-100
DCO	0-50	50-100	100-150	>150	0-50	50-75	75-90	90-100
MEST	0-10	10-25	25-50	>50	0-50	50-75	75-90	90-100
NK	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100
NGL	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100
Pt	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100

8.2. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION DES MESURES DE CONCENTRATIONS ET RENDEMENT DE L'EAU TRAITEE SUR UNE ANNEE COMPLETE



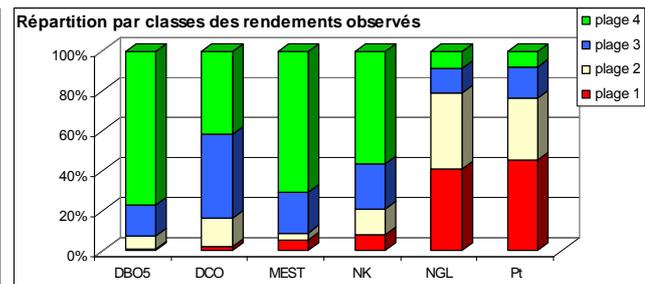
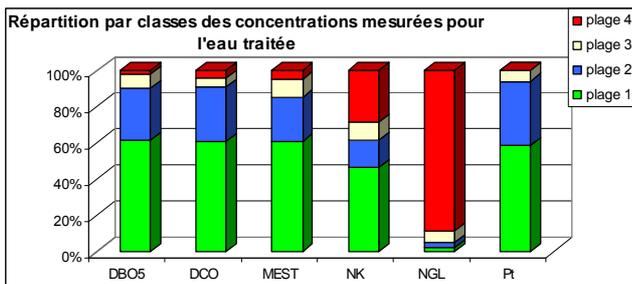


8.3. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION DES MESURES DE CONCENTRATIONS ET RENDEMENT DE L'EAU TRAITEE SUR UNE ANNEE COMPLETE PENDANT LA PERIODE D'ETIAGE (AVRIL – OCTOBRE)



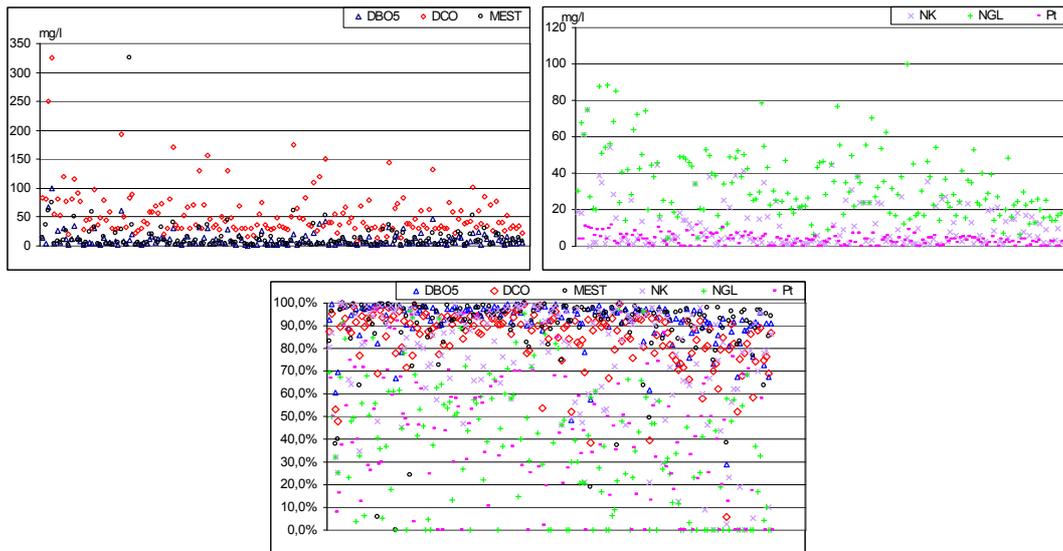
9. INFILTRATION/PERCOLATION

9.1. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION PAR CLASSES DE PERFORMANCES EN RENDEMENT ET CONCENTRATION

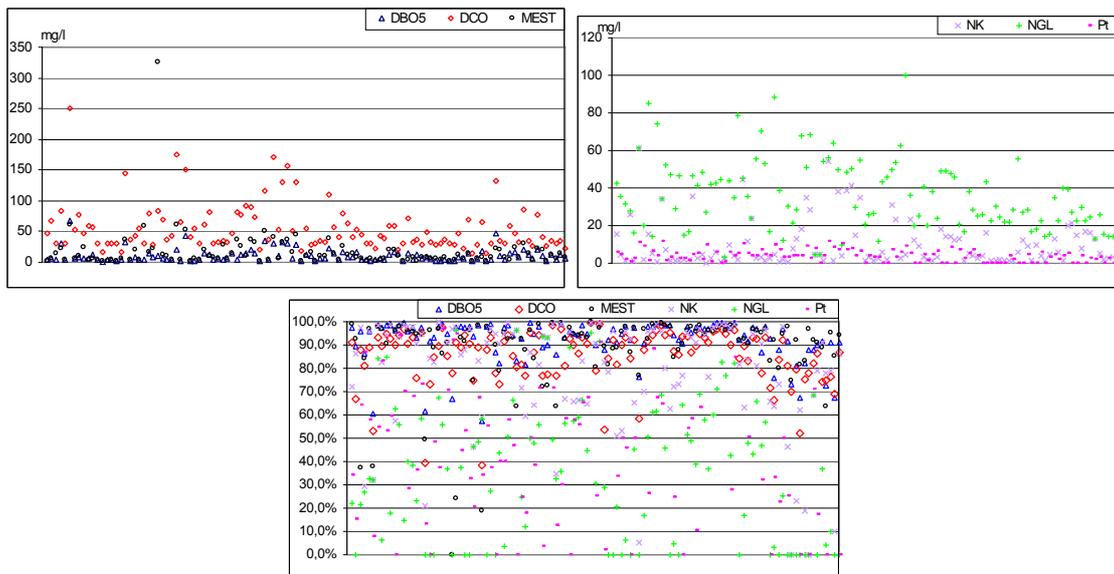


	Plage de concentrations mesurées pour l'eau traitée (mg/l)				Plage de rendement (%)			
	plage 1	plage 2	plage 3	plage 4	plage 1	plage 2	plage 3	plage 4
DBO5	0-10	10-25	25-50	>50	0-50	50-75	75-90	90-100
DCO	0-50	50-100	100-150	>150	0-50	50-75	75-90	90-100
MEST	0-10	10-25	25-50	>50	0-50	50-75	75-90	90-100
NK	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100
NGL	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100
Pt	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100

9.2. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION DES MESURES DE CONCENTRATIONS ET RENDEMENT DE L'EAU TRAITEE SUR UNE ANNEE COMPLETE

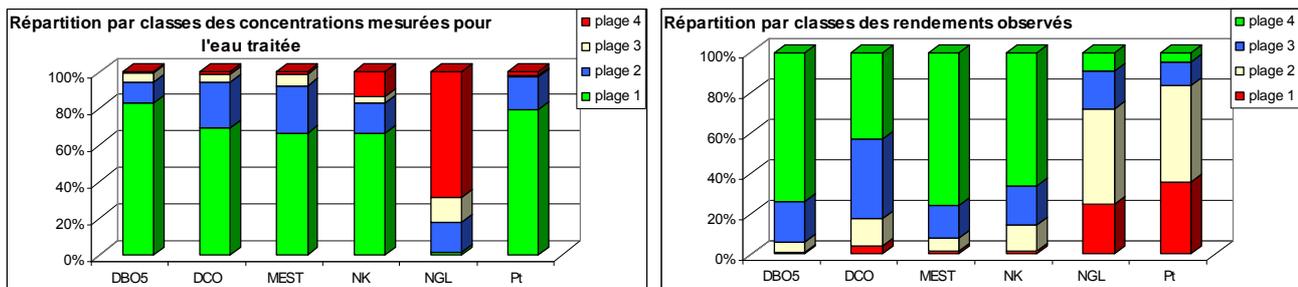


9.3. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION DES MESURES DE CONCENTRATIONS ET RENDEMENT DE L'EAU TRAITEE SUR UNE ANNEE COMPLETE PENDANT LA PERIODE D'ETIAGE (AVRIL – OCTOBRE)



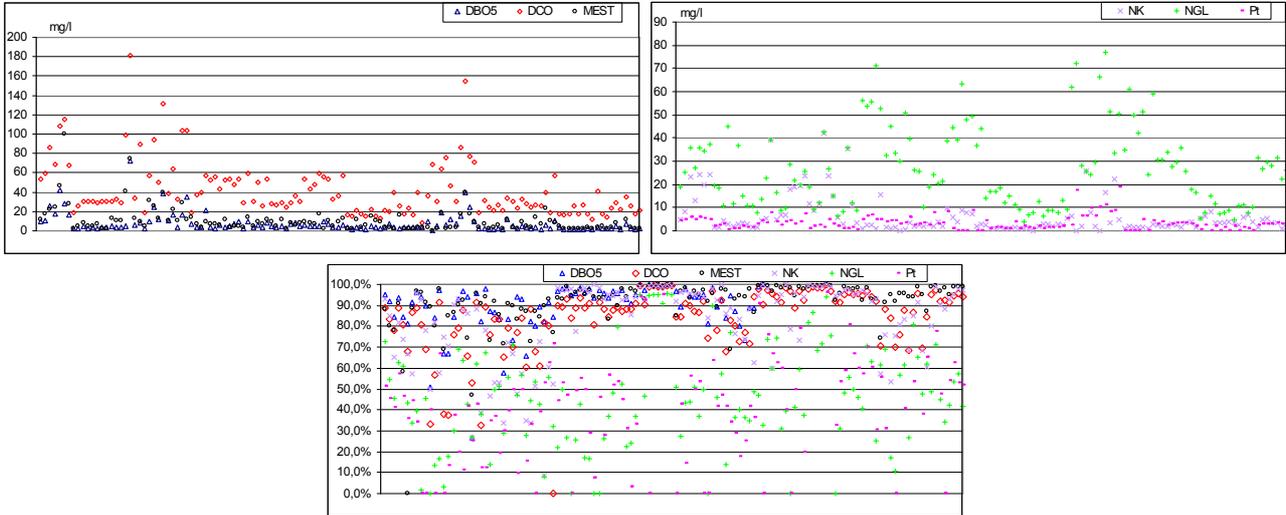
10. FILTRES PLANTES DE ROSEAUX A ECOULEMENT VERTICAL

10.1. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION PAR CLASSES DE PERFORMANCES EN RENDEMENT ET CONCENTRATION

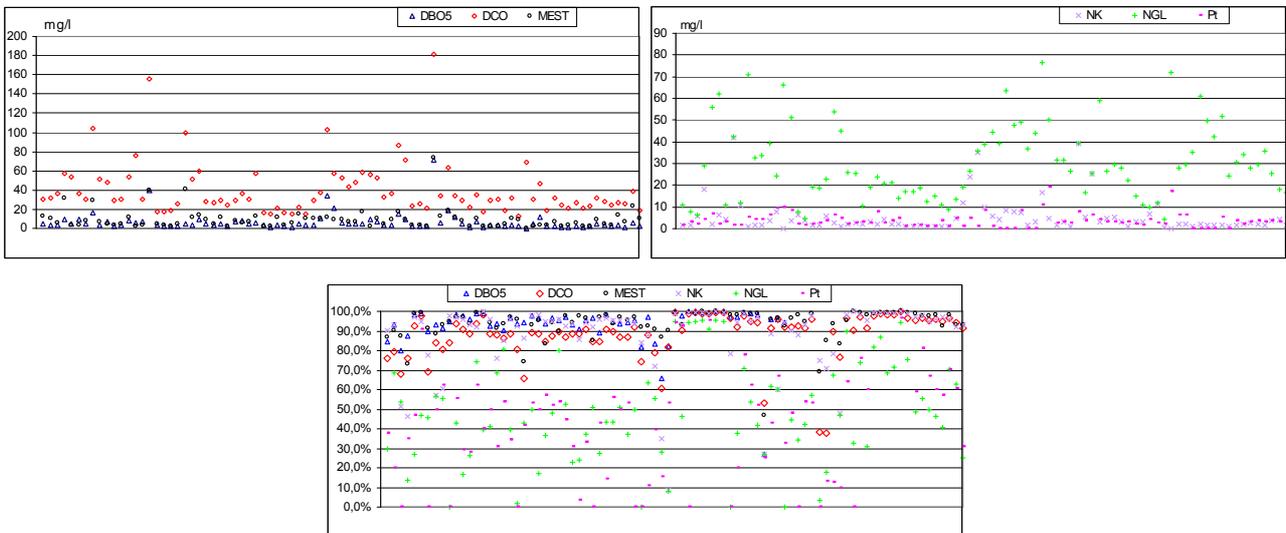


	Plage de concentrations mesurées pour l'eau traitée (mg/l)				Plage de rendement (%)			
	plage 1	plage 2	plage 3	plage 4	plage 1	plage 2	plage 3	plage 4
DBO5	0-10	10-25	25-50	>50	0-50	50-75	75-90	90-100
DCO	0-50	50-100	100-150	>150	0-50	50-75	75-90	90-100
MEST	0-10	10-25	25-50	>50	0-50	50-75	75-90	90-100
NK	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100
NGL	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100
Pt	0-5	5-10	10-15	>15	0-30	30-60	60-80	80-100

10.2. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION DES MESURES DE CONCENTRATIONS ET RENDEMENT DE L'EAU TRAITEE SUR UNE ANNEE COMPLETE



10.3. GRAPHIQUES PRESENTANT LA REPARTITION DES MESURES DE CONCENTRATIONS ET RENDEMENT DE L'EAU TRAITEE SUR UNE ANNEE COMPLETE PENDANT LA PERIODE D'ETIAGE (AVRIL – OCTOBRE)



Coûts de fonctionnement déclarés par les collectivités (coût €/EH.an⁻¹)

ANNEXE 3

1. FOSSE TOUTES EAUX

Pas de données disponibles

2. DECANTEUR / DIGESTEUR

Pas de données disponibles

3. LIT BACTERIEN

Source : Réponse au formulaire AERM de demande d'aide au bon fonctionnement (données 1998/2003)

3.1. COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL DECLARE PAR STATION (€/EH₅₀.an⁻¹)

Nom Station	Capacité EH ₅₀	Coût de fonctionnement total (€/EH ₅₀ /an)							Moyenne
		1998	1999	2000	2001	2002	2003		
SE BREISTROFF LA GRANDE	475	/	/	/	/	/	/	/	/
SE GONCOURT	145	/	/	/	/	/	32,89	32,89	32,89
SE INGLANGE	280	/	/	/	/	6,73	5,80	6,26	6,26
SE LAQUENEXY LOT.	120	/	/	/	/	(244,88)	/	/	/
SE MAINVILLERS	305	31,98	30,04	23,19	28,84	30,38	39,75	30,70	30,70
SE NAYEMONT LES FOSSES	375	/	/	/	/	/	/	/	/
SE OGY ST AGNAN STYR	175	24,77	/	/	/	/	/	24,77	24,77
								Moyenne	23,66
								Minimum	6,26
								Maximum	32,89

() valeur aberrante non représentative ; les calculs ont été fait on retirant cette valeur

3.2. COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL DECLARE PAR CATEGORIE (€/EH₅₀.an⁻¹)

	Energie	Réactif	Evacuation des sous produits	Frais de personnel	Frais d'analyses	Frais petit entretien	Frais divers	Frais généraux	Frais gros entretien	Coût entretien
Moyenne	8,87	0	1,28	3,82	0,23	1,21	0,65	0,22	6,47	2,68
Minimum	2,87	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	15,93	0	2,45	13,79	1,08	3,48	3,156	2,22	15,73	11,80

hors coût liés à la station de Laquenexy lotissement (valeurs aberrantes)

4. DISQUE BIOLOGIQUE

Source : Réponse au formulaire AERM de demande d'aide au bon fonctionnement (données 1998/2003)

4.1. COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL DECLARE PAR STATION (€/EH₅₀.an⁻¹)

Nom Station	Capacité EH ₅₀	Coût de fonctionnement total (€/EH ₅₀ /an)							Moyenne
		1998	1999	2000	2001	2002	2003		
SE BANTZENHEIM	1670	13,88	18,3	31,27	/	37,78	61,34	32,51	32,51
SE BOUST	1030	3,36	1,73	0,87	12,89	24,5	31,97	12,55	12,55
SE VOID-VACON BORDE	1080	/	13,61	/	/	17,7	/	15,66	15,66
								Moyenne	20,24
								Minimum	12,55
								Maximum	32,51

4.2. COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL DECLARE PAR CATEGORIE (€/EH₅₀.an⁻¹)

	Energie	Réactif	Evacuation des sous produits	Frais de personnel	Frais d'analyses	Frais petit entretien	Frais divers	Frais généraux	Frais gros entretien	Coût entretien
Moyenne	1,12	0,01	1,77	2,6	0,11	1,83	0,17	1,25	9,87	1,99
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	1,95	0,09	8,58	5,78	0,51	11,97	0,77	8,1	52,8	6,46

5. BOUES ACTIVEES

Source : Réponse au formulaire AERM de demande d'aide au bon fonctionnement (données 1998/2003)

5.1. COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL DECLARE PAR STATION (€/EH₅₀.an⁻¹)

Nom Station	Capacité EH ₅₀	Coût de fonctionnement total (€/EH ₅₀ /an)							Moyenne
		1998	1999	2000	2001	2002	2003		
SE AYDOILLES	2170	/	14,79	20,16	20,70	14,13	33,21	20,60	
SE BALTZENHEIM	2000	22,69	25,23	59,49	172,15	73,38	76,46	71,57	
SE DOMEVRE SUR AVIERE	660	/	/	/	/	14,44	11,39	12,92	
SE FEY	1510	/	/	10,49	37,15	48,89	32,95	32,37	
SE GOMELANGE	1890	/	/	/	/	/	44,53	44,53	
SE GUEMAR	1470	22,19	26,90	50,75	29,47	26,11	26,83	30,38	
SE LACHAPELLE	270	/	/	/	21,15	45,95	23,21	30,10	
SE LEROUVILLE	1930	16,53	13,93	18,42	30,72	303,21	44,99	71,30	
SE PANGE	2010	/	/	/	/	/	18,53	18,53	
SE POIX TERRON	950	/	/	/	/	68,04	70,83	69,44	
SE RETTEL	1300	/	/	/	15,33	31,35	40,61	29,10	
SE SOLGNE	1620	/	/	/	11,73	29,21	30,28	23,74	
SE WITTRING	1540	6,08	11,99	14,85	20,55	17,70	17,31	14,75	
SE XOUXANGE	240	30,54	38,32	23,48	6,69	9,21	16,90	20,85	
							Moyenne	35,01	
							Minimum	12,92	
							Maximum	71,57	

5.2. COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL DECLARE PAR CATEGORIE (€/EH₅₀.an⁻¹)

	Energie	Réactif	Evacuation des sous produits	Frais de personnel	Frais d'analyses	Frais petit entretien	Frais divers	Frais généraux	Frais gros entretien	Coût entretien
Moyenne	4,92	1,11	1,57	10,35	1,70	2,73	3,93	6,85	17,16	6,34
Minimum	1,24	0	0	0,56	0	0	0	0	0	0
Maximum	14,08	5,15	11,18	121,00	21,35	8,06	42,24	44,73	156,35	17,17

6. BOUES ACTIVEES PAR TRAITEMENT SEQUENTIEL COMBINE

Pas de données disponible

7. LAGUNAGE NATUREL

Source : Réponse au formulaire AERM de demande d'aide au bon fonctionnement (données 1998/2003)

7.1. COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL DECLARE PAR STATION (€/EH₅₀.an⁻¹)

Nom Station	Capacité EH ₅₀	Coût de fonctionnement total (€/EH ₅₀ /an)							Moyenne
		1998	1999	2000	2001	2002	2003		
SE ABONCOURT	565	29,56	21,12	/	/	/	/	25,34	
SE ALLAIN	350	3,03	4,13	79,75	89,96	79,14	64,74	53,46	
SE BAERENTHAL	1100	74,15	61,03	/	66,71	1,92	/	50,95	
SE BARST MARIENTHAL	355	23,19	25,25	28,04	53,38	46,51	45,45	36,97	
SE BASSE RENTGEN	555	/	/	/	/	/	8,61	8,61	
SE BOURG SAINTE MARIE	210	/	/	34,90	/	1,24	32,00	22,71	

Nom Station	Capacité EH ₅₀	Coût de fonctionnement total (€/EH ₅₀ /an)							Moyenne
		1998	1999	2000	2001	2002	2003		
SE BURTONCOURT	430	/	/	/	/	5,81	0,09	2,95	
SE CAPPEL	870	12,24	7,72	7,95	37,33	12,76	11,89	14,98	
SE CHESNY	665	12,38	10,89	10,89	21,40	19,58	6,80	13,66	
SE COINCY	320	32,06	46,72	47,89	50,50	70,28	47,56	49,17	
SE COLLIGNY	430	7,35	7,37	13,47	18,97	14,77	115,95	29,65	
SE COLOMBEY LES BELLES	1140	12,39	13,43	18,12	22,96	20,73	21,79	18,24	
SE EBERSVILLER	320	1,67	1,67	/	/	/	/	1,67	
SE ERBEVILLER SUR AMEZULE	320	/	/	/	/	2,69	4,76	3,73	
SE FORSTHEIM	415	1,20	/	/	/	/	23,30	12,25	
SE GLATIGNY	480	8,89	/	/	1,50	53,22	1,90	16,38	
SE GRAFFIGNY CHEMIN	320	0,00	/	4,48	4,48	4,48	0,67	2,82	
SE GREMECEY	215	2,05	10,45	10,45	/	9,58	/	8,13	
SE GUEVENATTEN	160	/	/	0,06	3,44	9,09	13,08	6,42	
SE HEMILLY	290	/	/	28,79	69,48	49,84	50,39	49,62	
SE JEANMENIL	945	18,58	20,89	15,59	147,93	/	/	50,75	
SE KIENHEIM	535	5,94	60,14	10,71	14,67	45,75	28,61	27,64	
SE LANDAVILLE	265	4,13	5,27	40,27	20,25	2,83	21,94	15,78	
SE LANDONVILLERS	360	35,40	31,47	46,25	42,63	56,21	43,31	42,55	
SE LANGATTE	995	/	/	/	/	/	2,47	2,47	
SE LANGUIMBERG	275	/	/	/	/	13,64	31,64	22,64	
SE LONGCHAMP	415	21,82	31,54	36,94	36,37	26,04	33,78	31,08	
SE LUCEY	80	/	43,64	/	/	/	/	43,64	
SE MARSILLY	790	15,58	10,05	5,54	/	0,46	0,11	6,34	
SE MARVILLE	630	141,56	24,20	/	/	/	136,51	100,76	
SE MITTELBRONN	660	65,90	12,79	13,15	13,19	11,78	15,35	22,03	
SE MORHANGE LA MUTCHE	665	5,09	/	/	2,26	2,30	3,05	3,17	
SE NITTING	795	8,24	/	/	17,02	65,73	47,45	34,61	
SE PONTOY	605	10,12	9,41	9,95	9,15	18,69	13,87	11,86	
SE SANRY LES VIGY	620	7,17	20,81	117,47	5,55	5,59	5,14	26,95	
SE STE BARBE AVANCY	120	/	7,62	75,72	60,90	54,85	55,27	50,87	
SE STE BARBE GRAS	125	/	13,42	63,42	51,22	52,89	61,93	48,57	
SE TINCRY	150	/	/	/	50,79	12,16	4,33	22,43	
SE VILLEY ST ETIENNE	1225	8,05	5,47	19,96	86,22	23,40	6,55	24,94	
SE VREMY	420	2,18	/	/	1,07	/	/	1,62	
							Moyenne	25,46	
							Minimum	1,62	
							Maximum	100,76	

7.2. COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL DECLARE PAR CATEGORIE (€/EH₅₀.an⁻¹)

	Energie	Réactif	Evacuation des sous produits	Frais de personnel	Frais d'analyses	Frais petit entretien	Frais divers	Frais généraux	Frais gros entretien	Coût entretien
Moyenne	0,73	0,09	1,02	5,89	0,27	2,10	1,10	0,71	12,52	2,90
Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maximum	59,87	4,48	101,64	103,66	6,016	25,97	14,18	34,07	116,25	48,55

8. LAGUNAGE AERE

8.1. COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL DECLARE PAR STATION (€/EH₅₀.an⁻¹)

Nom Station	Capacité EH ₅₀	Coût de fonctionnement total (€/EH ₅₀ /an)							Moyenne
		1998	1999	2000	2001	2002	2003		
GRUNDEVILLER	650	20,22	19,87	17,24	18,12	34,30	23,96	22,28	
GUEBENHOUSE	380	35,30	31,89	29,79	29,22	55,17	35,31	36,11	
MORFONTAINE	830	/	/	/	/	/	6,55	6,55	
NEEWILLER PRES LAUTERBOURG	400	/	/	/	/	/	/	/	

Nom Station	Capacité EH ₅₀	Coût de fonctionnement total (€/EH ₅₀ /an)						
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	Moyenne
SPARSBACH	260	2,80	14,64	/	105,52	83,53	104,57	62,21
							Moyenne	31,79
							Minimum	6,55
							Maximum	62,21

8.2. COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL DECLARE PAR CATEGORIE (€/EH₅₀.an⁻¹)

	Energie	Réactif	Evacuation des sous produits	Frais de personnel	Frais d'analyses	Frais petit entretien	Frais divers	Frais généraux	Frais gros entretien	Coût entretien
Moyenne	4,98	0,00	2,22	7,31	0,12	1,84	1,38	3,24	4,09	0,00
Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maximum	10,95	0,00	23,20	15,27	0,54	8,25	15,61	7,88	19,05	0,00

9. INFILTRATION/PERCOLATION

9.1. COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL DECLARE PAR STATION (€/EH₅₀.an⁻¹)

Nom Station	Capacité EH ₅₀	Coût de fonctionnement total (€/EH ₅₀ /an)						
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	Moyenne
BICQUELEY	1325	3,07	13,30	12,96	13,77	11,83	21,88	12,80
BONCOURT/MEUSE	525	/	29,70	34,83	46,15	48,79	41,63	40,22
ESSEY-MAIZERAIS	600	/	/	/	/	36,24	46,56	41,40
EUVEZIN	165	/	/	/	/	/	0,76	0,76
FILLIERES	850	/	/	/	/	3,62	5,41	4,52
GEZONCOURT	290	10,29	/	/	/	17,70	8,40	12,13
HARREVILLE LES CHANTEURS	525	/	/	/	/	/	8,53	8,53
LABAROCHE	290	/	/	/	/	315,59	315,36	315,48
MAZELEY	470	/	/	/	/	/	6,07	6,07
ROCHONVILLERS	325	1,83	3,57	/	/	34,92	18,05	14,59
SAINT FIRMIN	970	/	10,25	/	/	21,65	25,63	19,18
SAIZERAIS	2110	14,99	7,80	6,89	12,60	34,95	36,32	18,92
SAULXURES LES VANNES	1080	0,42	5,41	19,92	8,21	2,92	16,34	8,87
SOMMERVILLER	3000	/	/	/	/	/	10,98	10,98
							Moyenne*	15,31
							Minimum	0,76
							Maximum	41,40

*Hors les coûts fournis par la station de Labaroche lesquels semblent aberrants

9.2. COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL DECLARE PAR CATEGORIE (€/EH₅₀.an⁻¹)

	Energie	Réactif	Evacuation des sous produits	Frais de personnel	Frais d'analyses	Frais petit entretien	Frais divers	Frais généraux	Frais gros entretien	Coût entretien
Moyenne	0,71	0,01	1,09	4,30	0,60	0,91	0,33	0,23	3,30	0,07
Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maximum	6,11	0,31	8,63	26,93	4,68	9,92	3,83	9,54	20,66	1,29

*Hors les coûts fournis par la station de Labaroche lesquels semblent aberrants

10. FILTRES PLANTES DE ROSEAUX A ECOULEMENT VERTICAL

10.1. COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL DECLARE PAR STATION (€/EH₅₀.an⁻¹)

Source : Réponse au formulaire AERM de demande d'aide au bon fonctionnement (données 1998/2003)

Nom Station	Capacité EH ₅₀	Coût de fonctionnement total (€/EH ₅₀ /an)						
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	Moyenne
SE DEUXVILLE	430	/	0,00	1,42	4,53	1,00	6,73	2,74
SE EGLINGEN ALLMENDGRABEN	135	7,48	32,11	11,58	12,73	16,01	26,62	17,76
SE EGLINGEN NIEDERFELD	135	12,80	49,80	13,12	14,41	32,96	71,53	32,44

Nom Station	Capacité EH ₅₀	Coût de fonctionnement total (€/EH ₅₀ /an)						
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	Moyenne
SE ERCKARTSWILLER	600	/	/	9,94	50,49	73,16	57,20	47,70
SE LONGCHAMPS LES MILLIERES	85	/	/	/	/	/	5,88	5,88
SE MANSPACH	685	3,99	2,45	2,56	3,21	5,58	7,07	4,14
SE NIXEVILLE	340	/	1,32	4,34	3,73	5,61	6,04	4,21
SE SAULX LES CHAMPLONS	130	4,13	4,46	7,07	12,66	5,54	155,76	31,60
SE ST JULIEN SOUS LES COTES	170	/	/	/	/	/	6,81	6,81
SE UEBERSTRASS	405	/	/	/	/	/	8,15	8,15
							Moyenne	16,14
							Minimum	2,74
							Maximum	47,70

10.2. COUT DE FONCTIONNEMENT ANNUEL DECLARE PAR CATEGORIE (€/EH₅₀.an⁻¹)

	Energie	Réactif	Evacuation des sous produits	Frais de personnel	Frais d'analyses	Frais petit entretien	Frais divers	Frais généraux	Frais gros entretien	Coût entretien
Moyenne	6,67	0,00	0,18	2,90	1,16	1,44	0,31	0,00	5,99	0,38
Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maximum	155,76	0,00	3,37	11,11	19,76	14,15	4,86	0,00	51,67	4,51

Caractéristiques de l'échantillon de stations d'épuration étudiées

ANNEXE 4

Abréviations utilisées :

- SE : station d'épuration
- TCO : taux de charge organique (rapport entre la charge reçue et la capacité de traitement)
- TCH : taux de charge hydraulique (rapport entre le débit reçu et la capacité hydraulique)

1. FOSSE TOUTES EAUX

Bassin Rhin-Meuse : Aucune référence

La fosse septique n'est pas un traitement à elle seule. Il n'est indiqué qu'en tant que traitement primaire, notamment pour éviter le colmatage de la filière de traitement aval.

2. DECANTEUR / DIGESTEUR

Dép	NOM SE	Date mise en service	Capacité nominale recalculée *					Nombre de bilans		
			Qmoy	Qmax	Qjour	Charge organique (DBO ₅)		total	TCO>150%	TCH>300%
			m ³ /h	m ³ /h	m ³ /j	kg/j	EH ₅₀			
88	SE FRESSE SUR MOSELLE	01/01/2000	/	/	/	/	70	0	/	/

3. LIT BACTERIEN

Dép	NOM SE	Date mise en service	Capacité nominale recalculée *					Nombre de bilans		
			Qmoy	Qmax	Qjour	Charge organique (DBO ₅)		total	TCO>150%	TCH>300%
			m ³ /h	m ³ /h	m ³ /j	kg/j	EH ₅₀			
52	SE GONCOURT	01/01/2003	1,9	5,6	44,8	7,2	145	9	1	0
57	SE BREISTROFF LA GRANDE	01/09/2001	1,7	5,1	40,8	23,7	475	3	0	0
57	SE INGLANGE	01/01/2001	0,1	0,4	3,	14,0	280	5	0	3
57	SE LAQUENEXY LOT.	01/01/2002	1,0	3,0	24,0	6,0	120	4	0	0
57	SE MAINVILLERS	12/03/1998	2,0	6,0	48,0	14,5	290	7	0	0
57	SE OGY ST AGNAN STEER	01/01/1994	0,7	2,0	16,3	8,8	175	7	0	3
88	SE NAYEMONT LES FOSSES	12/05/2004	1,7	5,1	40,8	18,6	375	5	0	0

Pour vérifier le fonctionnement des stations de ce type sur le bassin Rhin Meuse, il a été décidé de ne prendre en compte que les stations construites après 1990. Il reste donc les données chiffrées de sept installations qui devraient permettre de valider les performances de ce type de station

4. DISQUES BIOLOGIQUES

Huit ouvrages de type "disques biologiques" sont recensés sur l'ensemble du bassin Rhin Meuse. En raison du nombre restreint de stations à disques biologiques construites après 1990 sur le bassin Rhin Meuse (une seule référence), les résultats des 4 stations de ce type construites après 1975 ont été pris en compte pour en évaluer le fonctionnement de ces stations.

Dép	NOM SE	Date mise en service	Capacité nominale recalculée *					Nombre de bilans		
			Qmoy	Qmax	Qjour	Charge organique (DBO ₅)		total	TCO>150%	TCH>300%
			m ³ /h	m ³ /h	m ³ /j	kg/j	EH ₅₀			
88	NAYEMONT-LES-FOSSES	05/2006	3.25	9.8	78	15.6	315	3	0	0
54	ROGEVILLE	12/05/2005	1.2	3.5	28	14	275	2	0	0

Dép	NOM SE	Date mise en service	Capacité nominale recalculée *					Nombre de bilans		
			Qmoy	Qmax	Qjour	Charge organique (DBO ₅)		total	TCO>150%	TCH>300%
			m ³ /h	m ³ /h	m ³ /j	kg/j	EH ₅₀			
55	VOID VACON BORDE	01/01/1979	5.7	17	136	54	1080	7	0	1
57	BOUST	01/01/1978	5.5	16.5	132	52	1030	7	0	0
68	BANTZENHEIM	01/01/1977	30.3	91	728	84	1670	17	4	0

5. BOUES ACTIVEES

Dép	NOM SE	Date mise en service	Capacité nominale recalculée *					Nombre de bilans		
			Qmoy	Qmax	Qjour	Charge organique (DBO ₅)		total	TCO>150%	TCH>300%
			m ³ /h	m ³ /h	m ³ /j	kg/j	EH ₅₀			
08	SE LES MAZURES	01/07/2004	7,6	22,8	180	65,5	1310	4	/	/
08	SE POIX TERRON	01/02/2001	5,6	16,8	130	47,3	950	13	/	/
54	SE BARISEY AU PLAIN	01/12/2004	3,2	9,7	80	33,3	670	2	/	/
54	SE LACHAPELLE	30/04/2000	1,3	3,8	30	13,7	270	14	/	1
55	SE LEROUVILLE	01/01/1994	8,4	25	200	96,6	1930	7	/	/
57	SE FEY	01/08/2000	9,6	28,8	230	75,6	1510	10	/	/
57	SE GOMELANGE	01/11/2001	23,2	69,6	560	94,5	1890	8	/	/
57	SE LENING	18/08/2005	12	36	290	117,3	2340	1	/	/
57	SE PANGE	01/11/2002	27,4	82	660	100,4	2010	6	/	/
57	SE RETTEL	01/03/2001	5,6	16,8	130	64,8	1300	7	/	/
57	SE SOLGNE	01/01/2000	10,8	32,4	260	81	1620	8	/	/
57	SE WITTRING	01/01/1993	12,6	37,8	300	77	1540	8	/	/
57	SE XOUXANGE	22/05/1991	1,8	5,4	43	11,9	240	6	/	/
67	SE PETIT WINGEN	26/07/2004	1,2	3,5	28	9,8	200	0	/	/
68	SE BALTZENHEIM	11/11/1994	10,8	32,4	260	99,8	2000	16	/	/
68	SE GUEMAR	01/06/1991	17,4	52,2	420	76,5	1470	17	1	1
68	SE PETIT LANDAU	01/01/1990	7,6	22,8	180	49	980	15	/	/
88	SE AYDOILLES	01/01/1993	13,8	41,4	330	108,5	2170	9	/	/
88	SE DOMEVRE SUR AVIERE	01/06/2001	10,0	30,1	240	32,9	660	8	/	/

6. BOUES ACTIVEES PAR TRAITEMENT SEQUENTIEL COMBINE

Dép	NOM SE	Date mise en service	Capacité nominale recalculée *					Nombre de bilans		
			Qmoy	Qmax	Qjour	Charge organique (DBO ₅)		total	TCO>150%	TCH>300%
			m ³ /h	m ³ /h	m ³ /j	kg/j	EH ₅₀			
67	SE BREMMELBACH	08/10/2004	1.9	5.7	45.4	11.7	235	0	0	0
67	SE CLEEBOURG	15/10/2004	6.7	20.0	159.6	40.6	810	2	0	0
67	SE WINGEN	13/05/2004	5.1	15.3	122.4	31.6	630	2	0	0

7. LAGUNAGE NATUREL

Dép	NOM SE	Date mise en service	Capacité nominale recalculée *					Nombre de bilans		
			Qmoy	Qmax	Qjour	Charge organique (DBO ₅)		total	TCO>150%	TCH>300%
			m ³ /h	m ³ /h	m ³ /j	kg/j	EH ₅₀			
52	BOURG SAINTE MARIE	01/10/1998	1,4	4,1	33	10,5	210	2	/	1
52	GRAFFIGNY CHEMIN	01/09/1990	2,3	7,0	56	16,0	320	4	/	/
54	ALLAIN	01/08/1990	2,6	7,7	62	17,5	350	9	/	2
54	COLOMBEY LES BELLES	01/05/1991	8,6	25,8	206	56,9	1140	10	/	1
54	ERBEVILLER SUR AMEZULE	01/12/2000	0,7	2,1	17	4,2	85	0	/	/
54	LUCEY	01/01/1990	0,7	2,1	17	4,0	80	7	1	3
54	VILLEY ST ETIENNE	01/01/1994	8,7	26,0	208	61,3	1225	10	/	1
55	MARVILLE	15/01/1998	3,9	11,8	94	31,5	630	3	/	/
57	ABONCOURT	01/01/1995	4,9	14,7	117	28,1	565	8	/	/
57	BAERENTHAL	01/01/1993	8,0	24,1	193	55,3	1100	8	/	/
57	BARST MARIENTHAL	01/01/1995	2,9	8,7	69	17,6	355	7	/	/
57	BASSE RENTGEN	01/01/1996	3,2	9,6	77	27,8	555	7	/	/

Dép	NOM SE	Date mise en service	Capacité nominale recalculée *					Nombre de bilans		
			Qmoy	Qmax	Qjour	Charge organique (DBO ₅)				
			m ³ /h	m ³ /h	m ³ /j	kg/j	EH ₅₀	total	TCO>150%	TCH>300%
57	BURTONCOURT	01/12/2001	3,0	9,1	73	21,6	430	6	/	1
57	CAPPEL	01/01/1990	8,3	24,9	199	43,5	870	7	/	/
57	CHESNY	01/12/1990	4,2	12,7	101	33,3	665	7	/	/
57	COINCY	01/01/1997	2,3	7,0	56	16,0	320	7	/	/
57	COLLIGNY	01/01/1977	3,8	11,3	90	21,6	430	7	1	1
57	EBERSVILLER	01/01/1992	2,4	7,3	59	16,0	320	7	/	3
57	GLATIGNY	01/12/1992	3,3	9,9	79	24,0	480	7	/	/
57	GREMECEY	01/07/1992	1,6	4,8	39	10,7	215	7	/	1
57	HEMILLY	01/10/1999	2,1	6,2	50	14,5	290	6	/	/
57	LANDONVILLERS	01/01/1992	2,3	7,0	56	18	360	8	/	/
57	LANGATTE	01/09/2002	9,5	28,5	228	49,6	995	6	/	/
57	LANGUIMBERG	01/11/2001	1,9	5,8	47	13,7	275	0	/	/
57	MARSILLY	ext 2005	5,9	17,8	143	39,5	790	0	/	/
57	MITTELBRONN	01/01/1992	6,1	18,2	145	34,0	660	9	/	3
57	MORHANGE LA MUTCHE	01/06/1993	5,7	17,2	138	33,3	665	7	/	/
57	NITTING	25/09/1998	5,2	15,7	126	39,8	795	10	/	/
57	PONTOY	01/10/1993	4,5	13,4	107	30,1	605	7	/	2
57	SANRY LES VIGY	01/12/1991	4,0	12,0	96	31,0	620	12	/	1
57	STE BARBE AVANCY	25/09/1998	0,8	2,4	19	6,0	120	6	/	/
57	STE BARBE GRAS	01/09/1991	1,0	3,0	24	6,3	125	7	/	/
57	TINCRY	01/01/2001	1,4	4,3	34	7,5	150	4	/	/
57	VREMY	01/09/1996	3,3	10,0	80	21	420	8	/	/
57	VRY	01/06/2004	6,1	18,2	146	28,6	575	4	/	/
67	CRASTATT	15/10/2003	3,0	9,1	73	17,6	355	4	1	/
67	FORSTHEIM	01/01/1990	3,9	11,7	94	20,7	415	7	5	3
67	KIENHEIM	01/01/1990	3,9	11,7	93	26,6	535	7	1	3
68	GOMMERSDORF	01/03/1993	2,5	7,5	60	18,0	360	15	2	6
68	GUEVENATTEN	01/01/1995	1,0	3,0	24	8,0	160	15	5	6
68	OBERMORSCHWILLER	01/04/2004	5,2	15,6	125	32,3	645	3	/	3
88	CELLES-SUR-PLAINE	01/07/1994	8,2	24,6	197	50,0	1000	7	1	4
88	JEANMENIL	01/01/1995	5,9	17,6	141	47,3	945	1	2	1
88	LANDAVILLE	01/01/1994	2,3	6,9	55	13,3	265	09	5	1
88	LONGCHAMP	01/09/1997	3,5	10,6	85	20,8	415	10	/	/

8. LAGUNAGE AERE

Dép	NOM SE	Date mise en service	Capacité nominale recalculée *					Nombre de bilans		
			Qmoy	Qmax	Qjour	Charge organique (DBO ₅)				
			m ³ /h	m ³ /h	m ³ /j	kg/j	EH ₅₀	total	TCO>150%	TCH>300%
54	MORFONTAINE	01/07/02	5,2	15,5	124,3	41,5	830	9	/	/
57	GRUNDEVILLER	01/11/87	4,1	12,2	97,5	32,5	650	7	2	1
57	GUEBENHOUSE	01/01/86	2,4	7,1	57	19,0	380	6	/	2
57	LOUPERSHOUSE	01/02/03	31,7	95	760	126,9	2540	5	/	/
67	NEEWILLER-PRES-LAUTERBOURG	01/11/88	2,5	7,6	60,7	20,3	410	6	4	3
67	SPARSBACH	01/01/93	1,6	4,9	39	13,0	260	5	1	1

Pour vérifier le bon fonctionnement des stations du type lagunage aéré toutes les installations existantes ont été prises en compte du fait du nombre limité de réalisations sur le bassin Rhin Meuse. La lagune aérée de Loupershouse (2500 EH) qui possède la particularité de traiter l'azote et le phosphore y a été rajoutée.

9. INFILTRATION/PERCOLATION

Dép	NOM SE	Date mise en service	Capacité nominale recalculée *					Nombre de bilans		
			Qmoy	Qmax	Qjour	Charge organique (DBO ₅)				
			m ³ /h	m ³ /h	m ³ /j	kg/j	EH ₅₀	total	TCO>150%	TCH>300%
52	SE HARREVILLE LES CHANTEURS	30/04/03	4,1	12,2	97,5	25,9	520	5	/	/
54	SE BICQUELEY	01/01/94	10,2	20,5	245,7	65,4	1310	0	/	/
54	SE ESSEY-MAIZERAIS	01/09/01	4,7	14,0	111,6	29,7	595	13	/	/
54	SE EUVEZIN	01/09/03	1,3	2,5	30,2	8,0	160	10	/	/

Dép	NOM SE	Date mise en service	Capacité nominale recalculée *					Nombre de bilans		
			Qmoy	Qmax	Qjour	Charge organique (DBO ₅)		total	TCO>150%	TCH>300%
			m ³ /h	m ³ /h	m ³ /j	kg/j	EH ₅₀			
54	SE FILLIERES	01/05/02	6,6	13,1	157,5	41,9	840	12	/	1
54	SE GEZONCOURT	24/09/98	4,5	9,0	108,0	14,4	290	11	2	1
54	SE JAILLON	01/11/01	5,9	11,8	141,0	37,5	750	12	/	/
54	SE SAINT FIRMIN	09/06/98	7,5	15,0	180,0	47,9	960	8	/	1
54	SE SAIZERAIS	15/01/98	16,3	32,5	390,3	103,8	2080	9	/	/
54	SE SAULXURES LES VANNES	01/05/90	8,3	16,6	199,5	53,1	1060	10	/	1
54	SE SOMMERVILLER	01/10/02	23,1	46,3	555,0	147,6	2950	13	/	/
54	SE TONNOY	01/11/00	12,2	24,3	292,1	77,7	1560	7	/	/
55	SE BONCOURT/MEUSE	01/10/98	4,1	12,2	97,5	25,9	520	11	/	/
57	SE BLIESBRUCK	01/01/98	4,1	12,4	99,0	13,2	260	5	/	/
57	SE HALLING LES BOULAY	15/05/04	1,9	3,8	45,0	6,0	120	2	/	/
57	SE BREIDENBACH OLSBERG	11/11/04	0,8	2,4	19,5	5,2	105	2	/	/
57	SE MOMERSTROFF	21/06/04	2,3	4,6	54,8	14,6	290	9	/	/
57	SE ROCHONVILLERS	01/01/95	2,5	7,5	60,0	16,0	320	7	1	1
68	SE LABAROCHE	01/01/02	4,5	9,0	107,7	28,6	285	15	/	/
88	SE MAZELEY	01/06/02	3,6	7,3	87,0	23,1	460	12	/	/

10. FILTRES PLANTES DE ROSEAUX A ECOULEMENT VERTICAL

Dép	NOM SE	Date mise en service	Capacité nominale recalculée *					Nombre de bilans		
			Qmoy	Qmax	Qjour	Charge organique (DBO ₅)		total	TCO>150%	TCH>300%
			m ³ /h	m ³ /h	m ³ /j	kg/j	EH ₅₀			
52	LONGCHAMP LES MILLIERES	01/01/2003	0,6	1,8	14,3	4,3	85	9	/	/
54	DEUXVILLE	01/06/1999	3,0	5,9	71,3	21,4	430	11	/	4
54	THIAUCOURT	06/07/2004	10,4	20,9	250,5	75,2	1500	7	/	/
55	NIXEVILLE	25/09/1998	2,3	4,7	56,3	16,9	340	7	/	/
55	ST JULIEN SOUS LES COTES	15/10/2002	1,2	2,4	28,7	8,6	170	9	/	/
55	SAULX LES CHAMPLONS	01/01/1995	0,6	1,3	15,0	6,4	130	8	4	2
55	VIGNEULLES LES HATTONCHATEL	15/03/2005	7,5	15,0	180,0	54,0	1080	7	/	/
67	ERCKARTSWILLER	01/07/1999	4,2	8,4	100,2	30,1	600	12	/	1
68	CHAVANNES SUR L'ETANG	30/06/2004	5,8	11,6	138,8	41,6	835	9	/	/
68	EGLINGEN ALLMENDGRABEN	01/01/1996	0,9	1,9	22,5	6,8	135	13	/	3
68	EGLINGEN NIEDERFELD	01/01/1996	0,9	1,9	22,5	6,8	135	14	1	4
68	KNOERINGUE	15/04/2005	3,6	7,2	86,3	25,9	520	7	/	/
68	MAGSTATT LE HAUT	15/04/2005	3,4	6,8	81,0	24,3	485	7	/	/
68	MANSPACH	01/01/1996	4,8	7,1	114,0	34,2	685	20	/	10
68	UEBERSTRASS	01/05/2002	2,8	3,4	67,5	20,3	405	12	/	/

11. FILTRES PLANTES DE ROSEAUX A ECOULEMENT HORIZONTAL

Dép	NOM SE	Date mise en service	Capacité nominale recalculée *					Nombre de bilans		
			Qmoy	Qmax	Qjour	Charge organique (DBO ₅)		total	TCO>150%	TCH>300%
			m ³ /h	m ³ /h	m ³ /j	kg/j	EH ₅₀			
68	UEBERSTRASS	01/05/2002	2,8	3,4	67,5	20,3	405	12	/	/
57	BAZONCOURT	2006					250	0	/	/
57	AUBE	2006					180	0	/	/
57	SORBÉY	2006					280	0	/	/
57	BEUX	2006					220	0	/	/

1. FOSSE TOUTES EAUX

Référence	Désignation de l'ouvrage	Organe de publication	Auteurs	Date de parution
1	Document technique FNDAE n°22 "Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités"	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	O. ALEXANDRE C. BOUTIN P. DUCHENE C. LAGRANGE A. LAKEL A. LIENARD D. ORDITZ	1998
2	Document technique FNDAE n°22bis "Station d'épuration : Dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation"	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	J. PRONOST R. PRONOST L. DEPLAT J. MALRIEU J-M. BERLAND	1992
3	Analyses des causes de dysfonctionnements des petites filières d'épuration en milieu rural	INSA – Agence de l'eau Adour Garonne	S. ALBESPY	

2. DECANTEUR / DIGESTEUR

Référence	Désignation de l'ouvrage	Organe de publication	Auteurs	Date de parution
1	Guide des procédés épuratoires intensifs proposés aux petites collectivités	Agence de l'eau	C. THIERY – V. HEBERT – J. LESAVRE	1998
2	Document technique FNDAE n°22 "Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités"	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	O. ALEXANDRE C. BOUTIN P. DUCHENE C. LAGRANGE A. LAKEL A. LIENARD D. ORDITZ	1998
3	Document technique FNDAE n°22bis "Station d'épuration : Dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation"	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	J. PRONOST R. PRONOST L. DEPLAT J. MALRIEU J-M. BERLAND	1992
4	Analyses des causes de dysfonctionnements des petites filières d'épuration en milieu rural	INSA – Agence de l'eau Adour Garonne	S. ALBESPY	

3. LIT BACTERIEN

Référence	Désignation de l'ouvrage	Organe de publication	Auteurs	Date de parution
1	Guide des procédés épuratoires intensifs proposés aux petites collectivités	Agence de l'eau	C. THIERY – V. HEBERT – J. LESAVRE	1998

Référence	Désignation de l'ouvrage	Organe de publication	Auteurs	Date de parution
2	Document technique FNDAE n°22 "Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités"	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	O. ALEXANDRE C. BOUTIN P. DUCHENE C. LAGRANGE A. LAKEL A. LIENARD D. ORDITZ	1998
3	Document technique FNDAE n°22bis "Station d'épuration : Dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation"	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	J. PRONOST R. PRONOST L. DEPLAT J. MALRIEU J-M. BERLAND	1992
4	Analyses des causes de dysfonctionnements des petites filières d'épuration en milieu rural	INSA – Agence de l'eau Adour Garonne	S. ALBESPY	
5	Aide au choix des filières de traitement adaptées aux petites collectivités	Agence de l'Eau Adour Garonne		2001
6	Guide technique pour l'assainissement des communes rurales	Université des Sciences et technologie de Lille – Agence de l'eau Artois Picardie	S. LEMANG	2001
7	Epuration par Cultures fixées	ARSATESE – CNTPF		1998
8	Document technique FNDAE n°5 Les stations d'épuration adaptées aux petites collectivités	Ministère de l'Agriculture et de la pêche		1986
9	Les lits bactériens – Synthèse des remarques issues de la pratique dans le Sud Ouest de la France	CEMAGREF - ARSATESE	JY PEYTAVIT Y RACAULT	1990

4. DISQUES BIOLOGIQUES

Référence	Désignation de l'ouvrage	Organe de publication	Auteurs	Date de parution
1	Guide des procédés épuratoires intensifs proposés aux petites collectivités	Agence de l'eau	C. THIERY – V. HEBERT – J. LESAVRE	1998
2	Document technique FNDAE n°22 "Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités"	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	O. ALEXANDRE C. BOUTIN P. DUCHENE C. LAGRANGE A. LAKEL A. LIENARD D. ORDITZ	1998
3	Document technique FNDAE n°22bis "Station d'épuration : Dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation"	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	J. PRONOST R. PRONOST L. DEPLAT J. MALRIEU J-M. BERLAND	1992
4	Analyses des causes de dysfonctionnements des petites filières d'épuration en milieu rural	INSA – Agence de l'eau Adour Garonne	S. ALBESPY	
5	Aide au choix des filières de traitement adaptées aux petites collectivités	Agence de l'Eau Adour Garonne		2001
6	Guide technique pour l'assainissement des communes rurales	Université des Sciences et technologie de Lille – Agence de l'eau Artois Picardie	S. LEMANG	2001

Référence	Désignation de l'ouvrage	Organe de publication	Auteurs	Date de parution
7	Epuraton par Cultures fixées	ARSATESE – CNTPF		1998
8	Document technique FNDAE n°5 Les stations d'épuration adaptées aux petites collectivités	Ministère de l'Agriculture et de la pêche		1986

5. BOUES ACTIVEES

Référence	Désignation de l'ouvrage	Organe de publication	Auteurs	Date de parution
1	Guide des procédés épuratoires intensifs proposés petites collectivités	Agence de l'Eau Seine Normandie	C THIERY V HEBERT J LESAVRE	1998
2	Document technique n°22 Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	O ALEXANDRE C BOUTIN P DUCHENE C LAGRANGE A LAKEL A LIENARD D ORITZ	1998
3	Document technique FNDAE n°22bis "Station d'épuration : Dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation"	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	J. PRONOST R. PRONOST L. DEPLAT J. MALRIEU J-M. BERLAND	1992
4	Guide technique pour l'assainissement des communes rurales	<i>Université des Sciences et technologie de Lille – Agence de l'eau Artois Picardie</i>	S. LEMANG	2001
5	Document technique FNDAE n°5 Les stations d'épurations adaptées aux petites collectivités	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	L LECLERC P DUCHENE	1986
6	Analyses des causes de dysfonctionnement des petites filières d'épuration en milieu rural	INSA – Agence de l'Eau Adour Garonne	S ALBESPY	?

6. BOUES ACTIVEES PAR TRAITEMENT SEQUENTIEL COMBINE

Référence	Désignation de l'ouvrage	Organe de publication	Auteurs	Date de parution
1	Guide des procédés épuratoires intensifs proposées petites collectivités	Agence de l'Eau Seine Normandie	C THIERY V HEBERT J LESAVRE	1998
2	Document technique FNDAE n°22bis "Station d'épuration : Dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation"	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	J. PRONOST R. PRONOST L. DEPLAT J. MALRIEU J-M. BERLAND	1992
3	Guide technique pour l'assainissement des communes rurales	<i>Université des Sciences et technologie de Lille – Agence de l'eau Artois Picardie</i>	S. LEMANG	2001
4	Document technique FNDAE n°5 Les stations d'épurations adaptées aux petites collectivités	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	L LECLERC P DUCHENE	1986

7. LAGUNAGE NATUREL

Référence	Désignation de l'ouvrage	Organe de publication	Auteurs	Date de parution
1	Guide des procédés épuratoires extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites collectivités	OIE Cemagref	JM BERLAND C BOUTIN P MOLLE P COOPERC	2001
2	Document technique FNDAE n°22 "Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités"	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	O. ALEXANDRE C. BOUTIN P. DUCHENE C. LAGRANGE A. LAKEL A. LIENARD D. ORDITZ	1998
3	Document technique FNDAE n°22bis "Station d'épuration : Dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation"	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	J. PRONOST R. PRONOST L. DEPLAT J. MALRIEU J-M. BERLAND	1992
4	Analyses des causes de dysfonctionnements des petites filières d'épuration en milieu rural	INSA – Agence de l'eau Adour Garonne	S. ALBESPY	
5	Aide au choix des filières de traitement adaptées aux petites collectivités	Agence de l'Eau Adour Garonne		2001
6	Guide technique pour l'assainissement des communes rurales	Université des Sciences et technologie de Lille – Agence de l'eau Artois Picardie	S. LEMANG	2001
7	Document technique FNDAE n°5 Les stations d'épuration adaptées aux petites collectivités	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	L LECLERC P DUCHENE	1986
8	Le lagunage naturel : recommandations pour une conception et un entretien rationnels	Agence de l'Eau Seine Normandie		1992
9	Lagunage naturel et lagunage aéré : Procédés d'épuration des petites collectivités	Agence de l'Eau Loire Bretagne		1979
10	Le lagunage naturel : étude et expertise des lagunes naturelles du bassin Rhin Meuse devant conduire à la proposition de règles de conception adaptées à nos régions	Université de Metz – Agence de l'eau Rhin Meuse	A WOJCIECHOWSKI	2001
11	Le suivi des lagunages naturels	CEMAGREF – SATESE 60		1983
12	Modélisation du fonctionnement des stations d'épuration par lagunage aéré et lagunage naturel	Fondation universitaire Luxembourgeoise	T NAMECHE	1999
13	Document technique FNDAE n°1 L'exploitation des lagunages naturels – Guide techniques à l'usage des petites collectivités	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	M VUILLOT C BOUTIN	1985
14	Le génie civil des bassins de lagunage naturel	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	C BERNHARD G DEGOUTTE	1990
15	Le lagunage naturel : les leçons tirées de 15 ans de pratiques en France	Groupe de travail Satese - Cemagref	Y RACAULT	1997

8. LAGUNAGE AERE

Référence	Désignation de l'ouvrage	Organe de publication	Auteurs	Date de parution
1	Guide des procédés épuratoires extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites collectivités	OIE Cemagref	JM BERLAND C BOUTIN P MOLLE P COOPERC	2001
2	Document technique FNDAE n°22 "Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités"	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	O. ALEXANDRE C. BOUTIN P. DUCHENE C. LAGRANGE A. LAKEL A. LIENARD D. ORDITZ	1998
3	Document technique FNDAE n°22bis "Station d'épuration : Dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation"	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	J. PRONOST R. PRONOST L. DEPLAT J. MALRIEU J-M. BERLAND	1992
4	Guide technique pour l'assainissement des communes rurales	<i>Université des Sciences et technologie de Lille – Agence de l'eau Artois Picardie</i>	S. LEMANG	2001
5	Document technique FNDAE n°5 Les stations d'épuration adaptées aux petites collectivités	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	L LECLERC P DUCHENE	1986
6	Lagunage naturel et lagunage aéré : Procédés d'épuration des petites collectivités	Agence de l'Eau Loire Bretagne		1979
7	Modélisation du fonctionnement des stations d'épuration par lagunage aéré et lagunage naturel	Fondation universitaire Luxembourgeoise	T NAMECHE	1999

9. INFILTRATION/PERCOLATION

Référence	Désignation de l'ouvrage	Organe de publication	Auteurs	Date de parution
1	Guide des procédés épuratoires extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites collectivités	Oleau - Cemagref	JM BERLAND C BOUTIN P MOLLE P COOPERC	2001
2	Document technique n°22 Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	O ALEXANDRE C BOUTIN P DUCHENE C LAGRANGE A LAKEL A LIENARD D ORITZ	1998
3	Document technique FNDAE n°22bis "Station d'épuration : Dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation"	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	J. PRONOST R. PRONOST L. DEPLAT J. MALRIEU J-M. BERLAND	1992
4	Guide technique pour l'assainissement des communes rurales	<i>Université des Sciences et technologie de Lille – Agence de l'eau Artois Picardie</i>	S. LEMANG	2001
5	Document technique FNDAE n°5 Les stations d'épurations adaptées aux petites collectivités	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	L LECLERC P DUCHENE	1986

Référence	Désignation de l'ouvrage	Organe de publication	Auteurs	Date de parution
6	Analyses des causes de dysfonctionnement des petites filières d'épuration en milieu rural	INSA – Agence de l'Eau Adour Garonne	S ALBESPY	
7	Aide au choix des filières adaptées aux petites collectivités	Agence de l'eau Adour Garonne		2001
8	Epuration des eaux usées domestiques par filtration sur sable	Conseil Général de l'Eure – Agence de l'Eau Seine Normandie – Conseil Général de Seine Maritime		2001
9	Epuration des eaux usées urbaines par infiltration percolation – état de l'art et étude de cas	Agence de l'eau Seine Normandie – laboratoire d'Hydrologie et Modélisation		
10	Choix du sable pour les lits d'infiltration percolation	CEMAGREF	A LIENARD H GUELLEF C BOUTIN	

10. FILTRES PLANTES DE ROSEAUX A ECOULEMENT VERTICAL

Référence	Désignation de l'ouvrage	Organe de publication	Auteurs	Date de parution
1	Guide des procédés épuratoires extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites collectivités	OIEau - Cemagref	J.M. BERLAND C. BOUTIN P. MOLLE P.COOPERC	2001
2	Document technique FNDAE n°22 "Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités"	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	O. ALEXANDRE C. BOUTIN P. DUCHENE C. LAGRANGE A. LAKEL A. LIENARD D. ORDITZ	1998
3	Document technique FNDAE n°22bis "Station d'épuration : Dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation"	Ministère de l'Agriculture et de la pêche	J. PRONOST R. PRONOST L. DEPLAT J. MALRIEU J-M. BERLAND	1992
4	Aide au choix des filières de traitement adaptées aux petites collectivités	Agence de l'Eau Adour Garonne		2001
5	Guide technique pour l'assainissement des communes rurales	Université des Sciences et Technologies de Lille – Agence de l'eau Artois Picardie	S LEMANG	2001
6	Analyses des causes de dysfonctionnements des petites filières d'épuration en milieu rural	INSA Toulouse – Agence de l'Eau Adour Garonne	E.COLAS	
7	Assainissement des eaux usées domestiques par lits plantés de macrophytes	Ecole Nationale Supérieure des Arts et Industriels de Strasbourg	D. DISCHLY	
8	Epuration des eaux usées domestiques par filtres plantés de roseaux – Recommandations techniques pour la conception et la réalisation	Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse		
9	Relevé de conclusions - Journée technique - Epuration des eaux usées domestiques par filtres plantés	Agence de l'eau Rhin Meuse		2001

Référence	Désignation de l'ouvrage	Organe de publication	Auteurs	Date de parution
10	Etude bibliographique "Epuración des eaux usées par des filtres plantés de roseaux"	Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse		1999
11	Guide filtration sur lits plantés de macrophytes		ENSAIS – EZNGESSE – AERMC – AERM – SINT – CEMAGREF – ATLIER REEB	
12	Traitement des eaux usées domestiques par marais artificiel : état de l'art et performances des filtres plantés de roseaux en France	CEMAGREF – LABORATOIRE OCIE – Agence de l'eau Méditerranée Corse	P MOLLE A LIENARD C BOUTIN G MERLIN A IWEMA	2004