

LE CONSEIL GÉNÉRAL DE LA LOIRE PRÉSENTE

3. LES FILTRES À SABLE ENTERRÉS

Éléments de diagnostic



M.A.G.E. 42

| Mission départementale
d'Assistance à la Gestion de l'Eau |

octobre 2007

www.loire.fr

Conseil général
LOIRE
EN RHÔNE-ALPES

SOMMAIRE

1	CULTURES FIXEES SUR SUPPORTS FINS :	3
2	LES FILTRES A SABLE ENTERRES.....	6
2.1	Présentation théorique de la filière (données reprises entre autres du document technique FNDAE n°22) :	6
2.1.1	Rôle	6
2.1.2	Domaine d'application théorique :	7
2.1.3	Principe de traitement.....	7
2.1.4	Dimensionnement.....	7
2.2	Retour d'expérience dans le département de la Loire	8
2.2.1	stations étudiées :	8
2.2.2	Résultats d'analyses ponctuelles :	11
2.2.3	analyse des résultats :	14
2.2.4	Illustration des principaux dysfonctionnements :.....	20
2.2.4.1	Les réseaux : excès hydrauliques, déversements, qualité des effluents :	20
2.2.4.2	Les prétraitements :	21
2.2.4.3	Les pré-filtres :	23
2.2.4.4	Les systèmes de bâchées :	25
2.2.4.5	Les massifs filtrants.....	26
2.2.4.6	Exploitation et conception des ouvrages	28
	Système de collecte et de mesure du rejet.....	30

1 CULTURES FIXEES SUR SUPPORTS FINS :

GENERALITES

(EXTRAITS DU DOCUMENT TECHNIQUE FNDAE n° 22)

Les procédés d'épuration à cultures fixées sur supports fins (filtres à sable (FAS), bassins d'infiltration percolation (BIP), filtres plantés de roseaux (FPR)) consistent à faire ruisseler l'eau à traiter sur plusieurs massifs indépendants.

Deux mécanismes principaux interviennent dans l'épuration :

- **La filtration superficielle** : dans le cas des filtres à alimentation superficielle (BIP, FPR), les matières en suspension (MES) sont arrêtées à la surface du massif filtrant et, avec elles, une partie de la pollution organique (DCO particulaire).
- **L'oxydation** : le milieu granulaire (sable ou gravier fin) constitue un réacteur biologique, un support de grande surface, sur lequel se fixent et se développent les bactéries aérobies responsables de l'oxydation de la pollution dissoute (DBO et DCO dissoute, azote organique et ammoniacal).

La faible granulométrie des constituants des massifs filtrants ne permet pas une circulation de l'air par ventilation naturelle dans les interstices du milieu granulaire. Le renouvellement de l'oxygène est donc sous la dépendance de phénomènes de diffusion des molécules de gaz entre l'atmosphère et le massif filtrant.

Une mince pellicule d'eau persistant sur la couche superficielle de celui-ci ferait obstacle à la diffusion de l'air et à la ré-oxygénation de la tranche de traitement. Il faut donc que la percolation puisse s'effectuer complètement pour permettre la ré-oxygénation du massif en pratiquant l'alternance de phases d'alimentation et de phases de repos au moins aussi longues.

De même, une pellicule organique de quelques millimètres formée sur la plage d'infiltration peut, elle aussi, entraver considérablement la diffusion de l'oxygène atmosphérique (cas des BIP et FPR). Il faut donc qu'elle puisse se dessécher et se craqueler ou être perforée en permanence (rôle des tiges de roseaux).

La biomasse épuratrice ne doit pas se développer exagérément afin de ne pas engorger les espaces libres du milieu filtrant : les phases de repos permettent de la réduire en la privant des nutriments de l'eau usée.

Pour autant, la mortalité des microorganismes épurateurs ne doit pas être excessive pour garder une flore suffisante au regard des flux de pollution à traiter d'où une limitation dans la durée des phases de repos.

Dans la pratique cela se traduit par des installations constituées de trois massifs filtrants en parallèle dont un seul est alimenté et deux autres au repos. Le temps de repos correspond alors à deux fois celui de l'alimentation (voir figure n° 1 ci dessous).

	V	S	D	L	M	Me	J	V	S	D	L	M	Me	J	V	S	D	L	M	Me	J
Jour n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
filtre 1																					
filtre 2																					
filtre 3																					

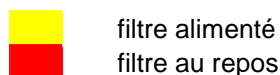


Figure 1 : alternance des phases de repos et d'alimentation avec permutation des filtres les mardis et vendredis

Les dispositifs d'alimentation et de distribution de ces massifs filtrants (que ce soit pour les bassins d'infiltration percolation, les filtres plantés de roseaux ou les filtres enterrés) jouent aussi un rôle majeur dans la qualité de l'épuration. Ils doivent assurer une distribution uniforme de l'effluent sur la surface du filtre. Cette distribution se fait généralement par submersion temporaire, à partir d'un réservoir (système d'alimentation), à très fort débit.

Le système d'alimentation

Il a pour fonction d'alimenter le système de distribution des effluents. Cette alimentation pourra être réalisée par des augets basculants, des chasses pendulaires ou à clapet, des siphons auto-amorçant ou, parfois, des pompes. Ces systèmes vont permettre de rassembler un volume important d'effluent et de le libérer brusquement (**alimentation dite « par bâchées »**). Ainsi l'alimentation des filtres est fractionnée : pendant le remplissage du distributeur, le filtre n'est plus alimenté et il l'est à nouveau lorsque l'effluent est libéré. Ces apports séquencés doivent permettre de maintenir une concentration importante en oxygène dans le filtre par la diffusion d'air entre deux bâchées.

Ces quatre systèmes d'alimentation permettent d'obtenir un débit important en sortie du distributeur. Ce débit élevé va favoriser la bonne répartition de l'effluent dans le système de distribution, ainsi la totalité du réseau de distribution sera alimentée.

Le dimensionnement du système d'alimentation s'établit en fonction du volume journalier (V_j en m^3) entrant à la station et le nombre de bâchée (n) que l'on veut réaliser par jour.

$$D_{\text{distributeur}} (m^3) = V_j / n$$

Le système de distribution

Il a pour rôle de répartir l'effluent uniformément sur toute la surface du massif filtrant. On retrouve plusieurs types de systèmes de distribution selon que cette dernière est souterraine ou aérienne.

Des notes de calculs très rigoureuses doivent être définies pour garantir une bonne répartition pendant toute la durée de vie de la station.

Des dispositifs anti-affouillement amovibles tels que des plaques résistantes à l'érosion seront prévus au niveau des points de distribution pour éviter tout affouillement (dans le cas d'une distribution à surface libre).

Comparatif entre les lames d'eau appliquées A LA CHARGE HYDRAULIQUE NOMINALE (avec 150 L /EH/jour) selon les différents types de massifs filtrants : à considérer les hauteurs appliquées sur les massifs alimentés et les alternances pratiquées ou non pour permettre un ressuyage total et une ré-oxygénation poussée.

Tableau 1 : lames d'eau selon les types de systèmes filtrants

	<u>TECHNIQUES</u>	<u>Hauteur d'eau par jour</u>	<u>Alternance</u>
FILTRE A SABLE ENTERRE	assainissement non collectif : 5 m2 par pièces principales soit environ 5 m2 par habitants	3 cm /j (sans bâchée)	0
	assainissement collectif : FAS de 3 m2/E.H. 1 étage et 3 lits	15 cm /j	1 semaine /3
BASSIN D'INFILTRATION PERCOLATION	BIP de 1,5 m2/E.H. 1 étage et 3 lits	30 cm /j	1 semaine /3
FILTRE A SABLE ENTERRE	Dispositif compact (zeolithe) 0,6 m2/EH	25 cm /j	0
	Dispositif compact (zeolithe) 0,3 m2/EH	50 cm /j	0
FILTRE PLANTE DE ROSEAUX	FPR	37,5 cm /j	1 étage
	2 m2/EH dont 1,2 m2/EH 1 étage	37,5 cm /j	2ème étage
	2 étage		1 semaine /3
	FPR compact		1 semaine /2
	1 m2/EH dont 0,6 m2/EH 1étage	50 cm /j	1 étage
	2 lits sur les étages	75 cm /j	2ème étage
			0,5 semaine /1
			1semaine /2

Les FPR dits « compacts » sont ceux correspondant au procédé Rhizostep avec « bioblocs » disposés sous les massifs plantés : une étude spécifique est en cours sur un site équipé dans le département.

2 LES FILTRES A SABLE ENTERRES

2.1 Présentation théorique de la filière (données reprises entre autres du document technique FNDAE n°22) :

La filière de traitement est généralement composée de :

- . Un prétraitement complet (dégrilleur + fosse toutes eaux + pré-filtre **ou** dégrilleur + décanteur-digester + pré-filtre)
- Un dispositif de stockage / injection (ouvrage de bâchée) et distribution (drains enterrés)
- Un traitement biologique par filtre à sable souterrain
- Un canal de mesure des effluents traités pour un rejet en milieu superficiel.

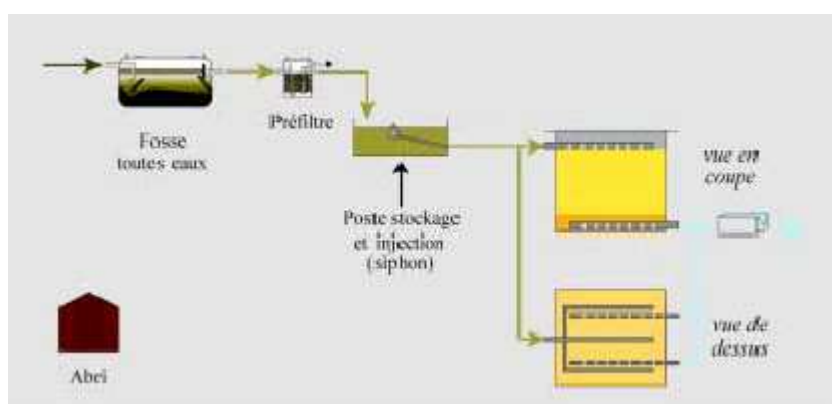


Figure 2 : schéma de principe du filtre à sable enterré (Document technique FNDAE n°22)

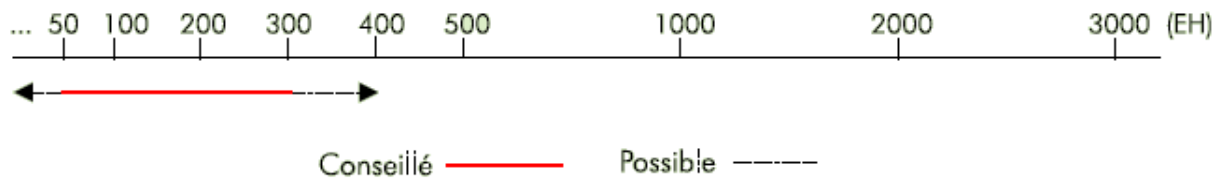
2.1.1 Rôle

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

La surface d'infiltration des filtres à sable est recouverte et n'est pas directement accessible. On ne peut donc pas extraire les dépôts superficiels. C'est pourquoi la charge organique surfacique appliquée est réduite (une partie de la charge reçue ayant été stockée ou dégradée dans le prétraitement).

Dans la succession des ouvrages, le pré-filtre a théoriquement un rôle de **fusible** pour déclencher la vidange de la fosse toutes eaux. Il n'assure pas la filtration de l'effluent mais doit retenir les boues issues de la fosse en cas de départ intempestif de celles-ci (incident sur le réseau, à-coup hydraulique affectant la fosse...)

2.1.2 Domaine d'application théorique :



2.1.3 Principe de traitement

- Le facteur principal influençant l'élimination de **la matière organique** est le degré d'oxygénation du massif filtrant. On peut également prendre en compte la charge hydraulique et le rythme d'alimentation du filtre : une alimentation fractionnée du filtre est favorable à une bonne élimination de la matière organique. C'est pour cette raison qu'il est conseillé d'effectuer entre six et dix bâchées d'effluent par jour sur le filtre. Entre les bâchées, les massifs filtrants vont pouvoir se ré-oxygéner et avoir un pouvoir d'oxydation plus important lors de l'arrivée de la bâchée suivante.
- Quant à **l'abattement des micro-organismes**, il est également fonction des conditions d'alimentation (éviter tous risques de court-circuits hydrauliques) mais aussi de la hauteur de matériau filtrant mis en place.
- Les **MES**, qui auront traversé les traitements primaires sans avoir été retenues, seront éliminées par filtration à travers la plage d'infiltration superficielle. Une accumulation de MES sur la plage d'infiltration va former à plus ou moins long terme une couche de perméabilité réduite appelée « couche colmatante ».

Si l'on souhaite récupérer l'effluent traité pour le rejeter au milieu superficiel (fossé, rivière...), des drains pourront être mis en place au fond du massif filtrant pour récolter l'effluent.

2.1.4 Dimensionnement

La fosse toutes eaux (FSTE)

Le dimensionnement des FSTE se fait à partir du temps de séjour de l'effluent à l'intérieur de la fosse. Le temps de séjour nécessaire pour permettre un traitement préliminaire suffisant est de trois jours. Le **volume utile** de la fosse mise en place devra correspondre à trois fois le volume journalier (150 l/habitant) multiplié par le nombre d'équivalent habitants (nombre EH) :

$$V_{\text{FSTE}} (\text{m}^3) = 3 \times 0.150 \times \text{nbre EH}$$

Ce dimensionnement pour une fosse classique de forme longitudinale fournit une surface au miroir largement suffisante pour que la vitesse ascensionnelle reste inférieure à 1 m/h.

Le pré-filtre

La réglementation ne fixe aucune valeur pour le dimensionnement du pré-filtre. Un volume de pouzzolane d'environ 10 % le volume de la fosse toutes eaux semble être préconisé. Le temps de séjour n'a aucune influence sur le fonctionnement du pré-filtre.

Le système de bâchée

Dans les règles de l'art, le volume de la bâchée doit correspondre au minimum à trois fois le volume des drains de distribution d'un lit. Ceci, pour conduire à une mise en charge totale des drains et donc une alimentation sur la totalité du massif. Toutefois, cette disposition est nécessaire mais pas suffisante pour obtenir la meilleure distribution.

C'est pourquoi le logiciel REPETEAU conçu par le CEMAGREF est proposé pour aider à déterminer au cas par cas le système de bâchées et distribution.

Le massif filtrant

- la granulométrie du matériau filtrant : type $0.25 < d_{10} < 0.4$ mm avec un $3 < C.U < 5$
- la hauteur de sable : 80 cm environ
- la circulaire du 17 février 1997 préconise une charge hydraulique moyenne de 5 cm/j soit 3 m²/EH. (150 l par EH et par jour).
 $S_{\text{massif filtrant}} \text{ (m}^2\text{)} = \text{nbre EH} \times 3$

2.2 Retour d'expérience dans le département de la Loire

2.2.1 stations étudiées :

SUIVI MAGE :

Le suivi d'assistance technique de la MAGE concerne plus d'une trentaine de filtres à sable (**dont 29 analysés ici, numérotés de 101 à 129**)

du département de la LOIRE. Pour ces stations des prélèvements d'échantillons et des observations détaillées sont réalisées en général à l'occasion de 2 visites annuelles réalisées par les techniciens du SATESE. Les données accumulées sont plus ou moins nombreuses (de 2 à 8 analyses) en fonction de l'ancienneté de la convention d'assistance technique établie avec la collectivité concernée.

VISITES DE SITES HORS SUIVI MAGE :

Par ailleurs, à l'occasion du lancement de cette étude en 2005, des visites systématiques ont été menées avec l'accord des maîtres d'ouvrages concernés sur des filtres à sable, pour la plupart de réalisation récente (postérieure à 1998) et non suivis dans le cadre de l'assistance technique (pas de convention avec la collectivité). Ces visites ponctuelles, menées avec un canevas précis d'observations sont exploitées à part : **stations numérotées de 150 à 166.**

Pour les sites 101 à 129, une estimation de l'état de charge a été réalisée avec :

- utilisation de la DBO5.
- Nombre, estimé, de personnes raccordées avec **40 g de DBO5/jour/personne** pour tenir compte du caractère rural des collectivités concernées : calcul de la charge reçue en DBO5 (kg de DBO5/jour)
- Capacité de la station calculée avec la superficie – mesurée - du massif filtrant et le ratio de 3 m²/ équivalent habitant.

(L'estimation du nombre de personnes raccordées, en 2005, est issues de données collectées en mairies ou de calculs avec un coefficient de 2 à 2.5 par abonné raccordé à chaque station)

FILTRES A SABLES « ANCIENS » ET « RECENTS » :

Dans le tableau de présentation, une première séparation est effectuée entre :

- **filtres à sable « récents »** réalisés après 1996 : numéros **101 à 120**,
- et **filtres à sable jugés « anciens »** antérieurs à **1996** (lignes colorées, n° **121 à 129**).

En effet, la première génération de filtres à sable reposait sur des bases de conception abandonnées depuis plusieurs années :

- réseau d'alimentation non strictement séparatif, avec déversoir d'orage en entrée ;
- sous dimensionnement du prétraitement (fosse ou décanteur),
- lit unique, parfois « surdimensionné » (4 m²/EH) : d'où une réévaluation de la capacité dans 4 cas ;
- pas d'alternance d'alimentation entre plusieurs tranches de massif,
- systèmes de bâchées anciens, manquant de fiabilité,
- couverture enherbée du massif

Les filtres à sables « récents » sont supposés se trouver plus systématiquement à l'issue de **réseaux séparatifs** (même mal réalisés), disposent de **systèmes de bâchées plus éprouvés** et surtout être alimentés en respectant une **alternance hebdomadaire entre au moins 2 tranches de massif**. Celui-ci est enfin recouvert préférentiellement de galets plutôt que de terre afin d'y favoriser la diffusion d'air.

A noter que sur ces 20 sites sauf un , le rapport Volume de bâchée / volume des drains alimentés n'est pas supérieur à 3 (parfois très inférieur) comme préconisé dans les prescriptions .

(L'analyse des résultats observés sur les rejets reprend des éléments descriptifs des filtres à sable récents (101 à 120) et s'efforce de pointer leurs défauts).

Tableau 2 : présentation des filtres à sable suivis par la MAGE :

	Numéro de station	année de mise en service	Capacité nominale	Capacité théorique	Charge organique (40 g DBO5 / EH) en kg/j	Etat de charge réel	Nbre d'analyses réalisées
FAS "RECENTS" (après 1996)	101	2001	100	133	1,6	20%	3
	102	2002	50	40	1,2	50%	2
	103	2004	200	196	5,0	43%	4
	104	2003	120	119	3,5	48%	3
	105	1998	100	99	saisonnier		2
	106	2004	150	154	4,0	43%	2
	107	1998	60	60	1,7	48%	6
	108	2002	120	105	4,0	63%	3
	109	2004	100	113	1,9	28%	4
	110	1999	80	63	2,9	76%	3
	111	1998	70	67	1,5	38%	2
	112	1998	50	37	2,4	109%	4
	113	2001	90	98	1,6	27%	4
	114	2001	80	78	2,6	55%	2
	115	1999	180	180	5,8	54%	3
	116	1997	50	37	1,2	55%	3
	117	1999	60	57	2,4	71%	7
	118	1998	100	82	3,7	75%	3
	119	2001	100	95		50%??	2
	120	1999	50	42	1,0	40%	3
FAS "ANCIENS" (avant 1996)	121	1993	53	78	1,1	23%	4
	122	1993	53	81	1,6	33%	7
	123	1986	72	160	5,0	52%	5
	124	1991	90	87	4,0	77%	4
	125	1991	90	85	6,4	125%	8
	126	1994	108	144	2,6	30%	5
	127	1993	90	93	3,4	60%	6
	128	1994	114	115	5,2	76%	3
	129	1993	90	90	2,4	44%	3

2.2.2 Résultats d'analyses ponctuelles :

Compte tenu du nombre limité de ces analyses (parfois seulement deux disponibles) pour chaque station et de leur caractère ponctuel (une analyse annuelle et pas de prélèvement sur 24 heures), il convient de fortement relativiser l'information apportée par ces seuls résultats. La comparaison entre les différentes analyses est aussi faussée par le fait que, pour chaque prélèvement, on ne sait pas depuis quand le lit alimenté est en service (jours... ?) et depuis quand la dernière bâchée s'est produite (heures... ?), la qualité du rejet prélevé ponctuellement étant aussi dépendante de ces circonstances notamment pour les NTK.

Tableau 3 : moyennes d'analyses ponctuelles sur DBO5, DCO, MES et NTK mesurés dans l'eau traitée

Stations (n°)	pH	DBO5 mgO2/l	DCO mgO2/l	MES mg/l	N-NH4 mg/l	NO3 mg/l	N-NO3 mg/l	NTK mg/l	Pt mg/l	PO4 mg/l
Niveaux repères >>>		<25	<90 ou <125	<35				<10		
101	6	4	40	7	7	278	63	6	7	20
102	7	3	30	3	1	51	12	2	4	3
103		5	49	5	18	92	21	15	6	15
104	7	4	107	14	12	345	78	13	7	16
105	7	3	30	2	1	82	19	2	3	7
106	7	5	38	15	28	81	18	24	5	12
107	8	8	85	17	13	47	11	14	8	17
108	7	12	69	17	20	19	4	18	8	22
109	7	7	52	11	21	107	24	17	7	17
110	7	4	60	6	20	98	22	18	4	13
111	7	99	227	137	41	3	1	50	6	14
112	7	15	86	18	27	69	16	27	6	15
113	8	11	97	10	67	92	21	60	12	28
114	6	12	75	14	29	190	43	23	4	11
115	8	16	88	13	80	23	5	63	7	18
116	7	3	30	2	1	11	2	2	0	1
117	7	15	85	18	29	74	17	27	7	16
118	8	51	177	32	53	31	7	47	12	32
119	7	4	39	5	28	97	22	22	7	19
120	7	4	78	15	46	76	17	30	4	11
121	8	4	37	7	8	135	30	7	11	25
122	7	8	44	10	10	48	11	12	4	12
123	7	23	93	23	17	7	2	21	4	8
124	7	17	89	18	24	34	8	33	5	10
125	7	20	88	25	39	29	6	47	11	19
126	7	20	86	25	48	48	11	47	11	26
127	7	43	144	42	28	16	4	39	7	14
128	7	16	123	37	55	36	8	39	6	12
129	7	7	70	26	57	15	3	45	5	12

Les niveaux de référence choisis sont déterminés à partir des résultats couramment attendus de la filière filtre à sable sur ces paramètres :

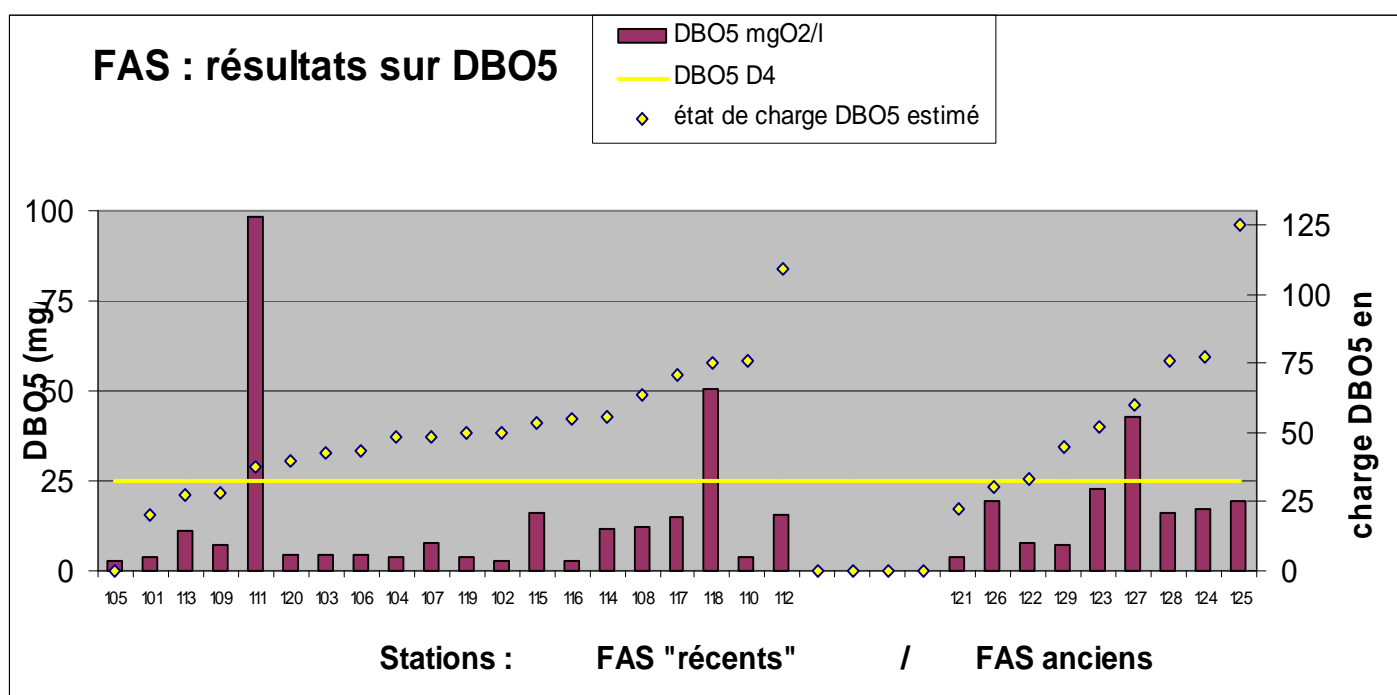
Pour la DCO, 2 références sont prises en compte : celle, réglementaire, du niveau D4 (125 mg/l) et une, plus sévère (90 mg/l) correspondant à une capacité attendue de la filière et au delà de laquelle on peut situer une « première alerte » sur l'efficacité de l'épuration.

Pour les NTK, la référence retenue (15 mg/l) correspond une valeur seuil que les systèmes filtrants sont supposés capables de respecter.

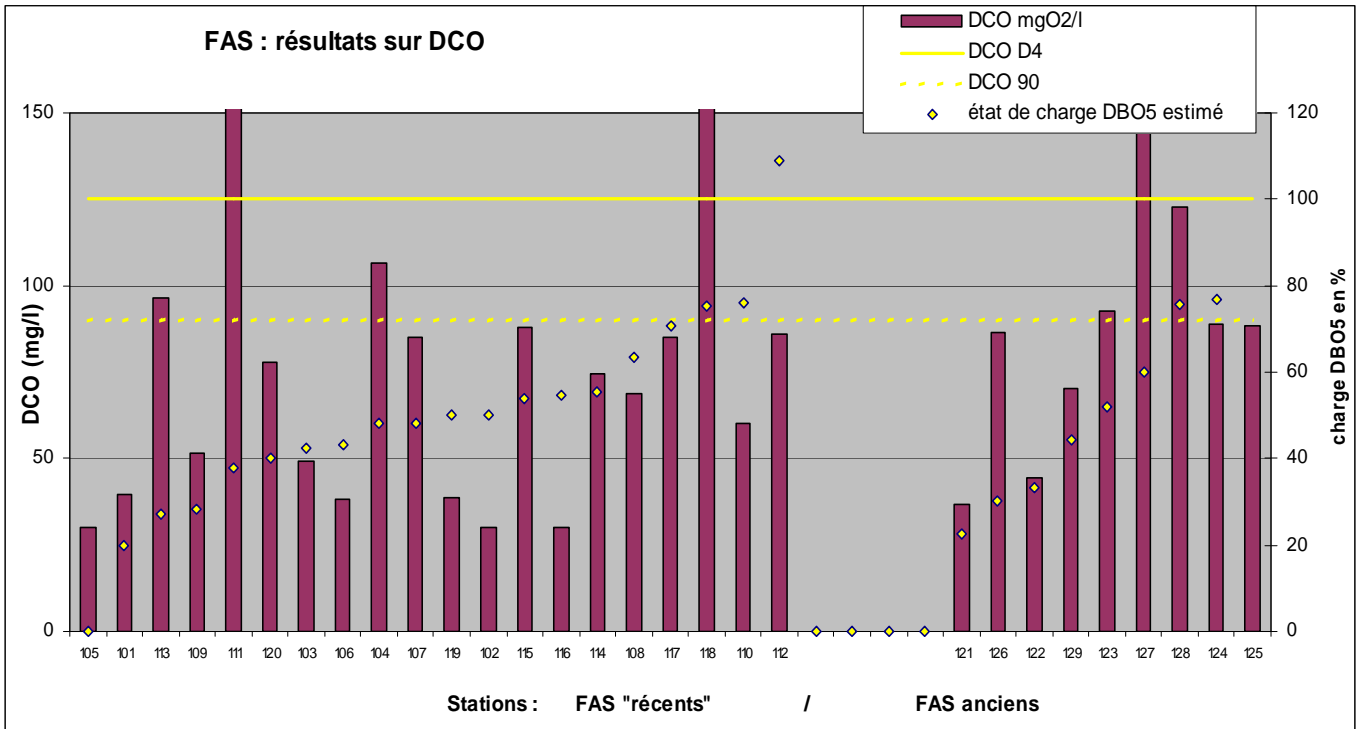
Paramètre	DBO5	DCO	MES	NTK
Niveau de référence en mg/litre	25 (niveau D4)	90 (capacité de la filière) 125 : niveau D4	35 (niveau D4)	15

Figure 3 : représentation graphique des résultats moyens d'analyses sur 4 paramètres : les filtres à sable « récents » et « anciens » sont rangés dans l'ordre croissant de leurs charge reçues estimées.

COMPARAISON SUR LA DBO5 :

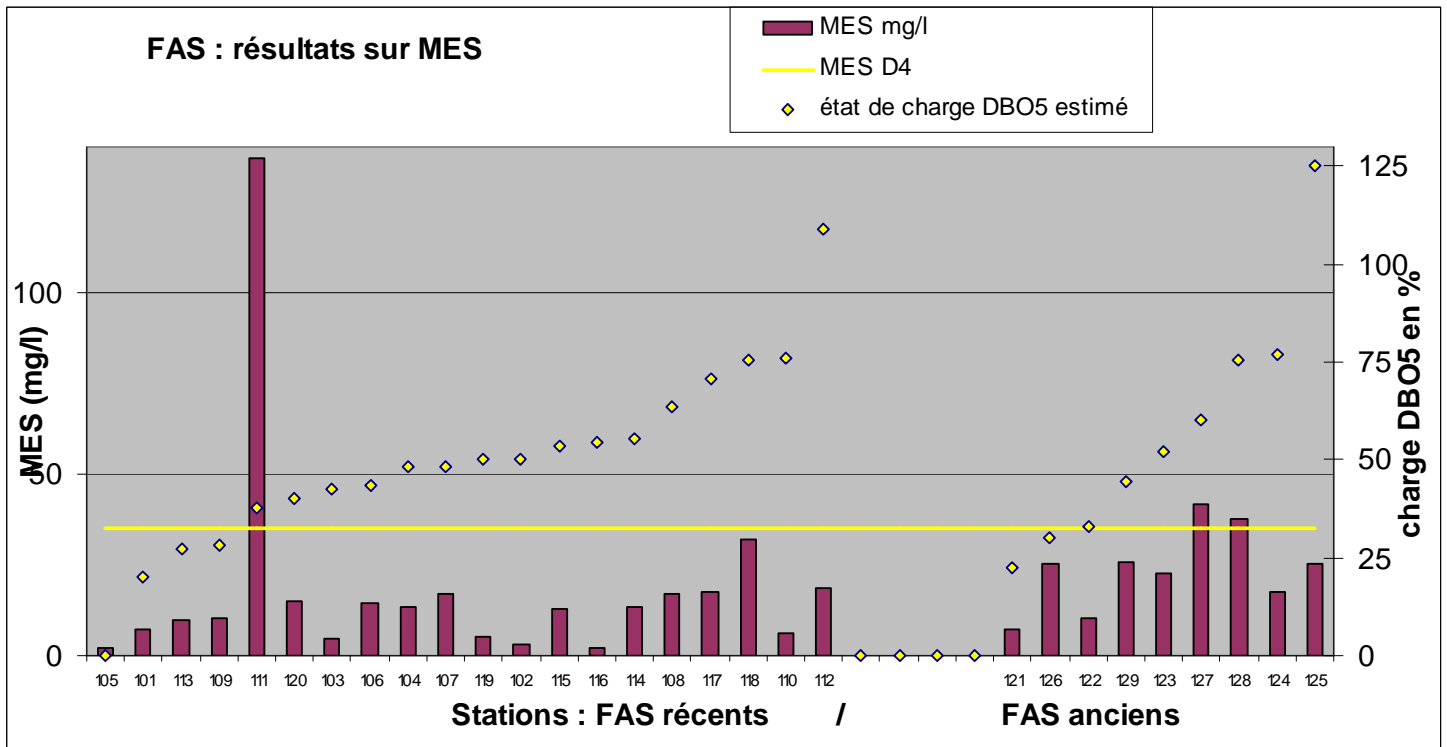


COMPARAISON SUR LA DCO :

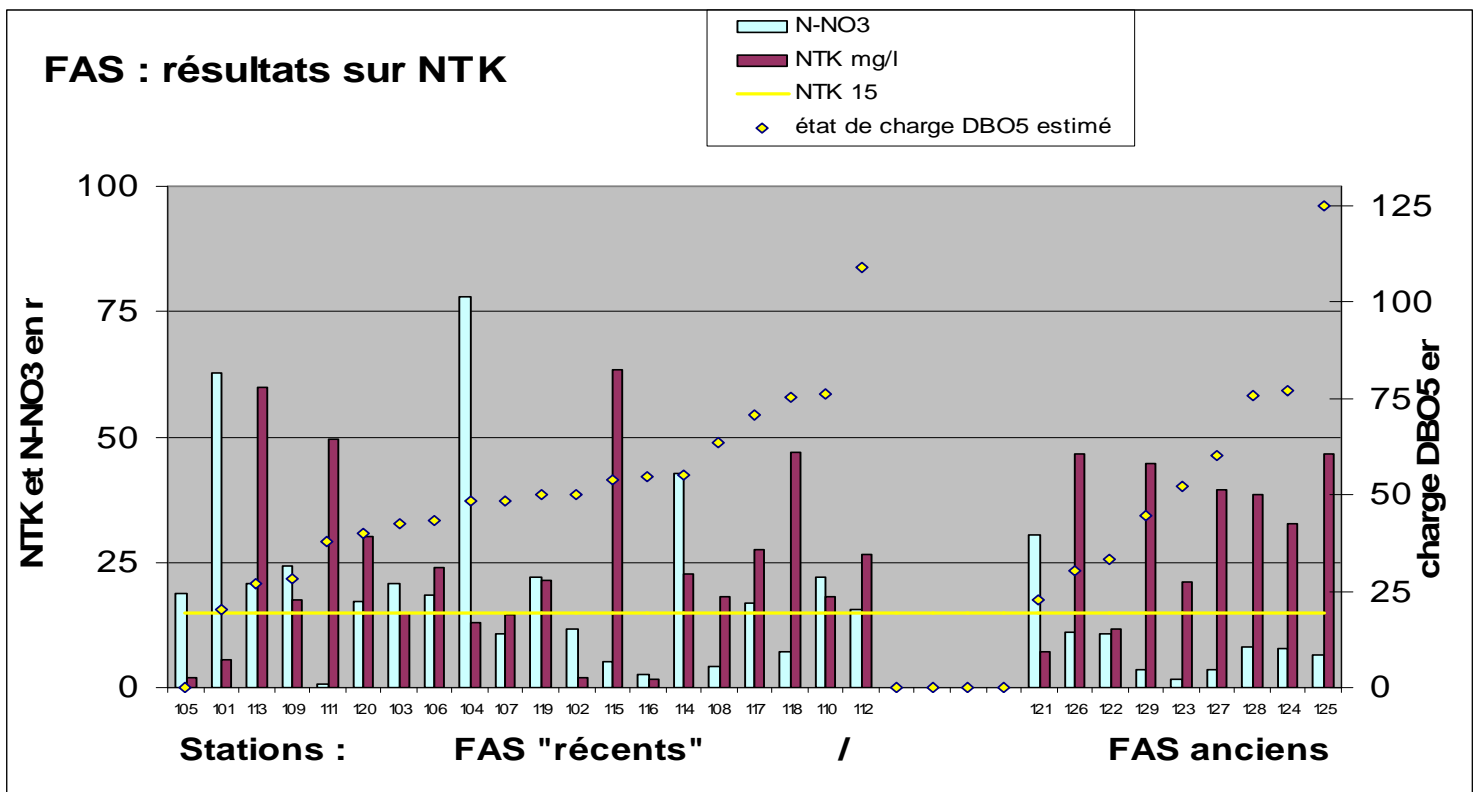


NB : DCO pour 111 : 227 mg/l ; DCO pour 118 : 177 mg/l ; DCO pour 127 : 144 mg/l.

COMPARAISON SUR MES :



COMPARAISON SUR NTK :



2.2.3 analyse des résultats :

Comment tenter d'expliquer ces différents résultats avec les observations faites sur les ouvrages et leurs conditions d'exploitation ?

A partir des rapports de visites et de leur condensé dans les bilans annuels de fonctionnement des stations d'épuration, un recensement des défauts et problèmes observés sur chaque ouvrage est réalisé. Ce recensement liste les points suivants :

- présence d'eaux claires parasites dans le réseau d'eaux usées (réseau ECP) ;
- présence d'eaux parasites pluviales dans le réseau d'eaux usées (réseau EPP) alors que celui-ci doit être séparatif strict pour un filtre à sable ;
- problème sur prétraitement (Fosse toutes eaux ou décanteur digesteur) ;
- problème sur pré-filtre à pouzzolane ;
- problème sur le système de bâchée ;
- problème de répartition d'effluent sur le massif filtrant ;
- problème sur le massif filtrant (qualité du sable notamment) ;
- problèmes d'exploitations.
- autre(s) problème(s) particulier(s) au site.

Pour chaque installation récente, le **tableau 4** précise l'existence ou non, sur **les filtres à sable récents**, d'un problème (case colorée en rouge ou jaune selon le degré d'importance).

Par « problème » on entendra un dysfonctionnement avéré ou potentiel (non respect de spécifications issues de l'état de l'art) de l'ouvrage ou de l'équipement cité.

Des éléments d'explications des plus ou moins bons résultats d'analyses peuvent être tirés des difficultés listées de cette façon sur chaque ouvrage.

Tableau 4 : recensement des points de difficultés par ouvrage :

numéro de station	Capacité (EH)	mise en service	Etat de charge estimé	réseau ECP	réseau EPP	Prétrait : FTE/DD	Préfiltre	Bâchée	Répartition	Massif / Sable	exploitation
105	100	1998	SAISON								
101	100	2001	20%			FTE 30 m3					
113	90	2001	27%			FTE 40 m3					
109	100	2004	28%			FTE 45 m3					
111	70	1998	38%								
120	50	1999	40%								
103	200	2004	43%			DD : diges 30 m3					
106	150	2004	43%			FTE 55 m3					
104	120	2003	48%			FTE 42 m3					
107	60	1998	48%			FTE 10 m3					
119	100	2001	50%??			DD : diges 8 m3					
102	50	2004	50%			FTE 25 m3					
115	180	1999	54%			FTE 50 m3					
116	50	1997	55%								
114	80	2001	55%			DD : diges 11 m3					
108	120	2002	63%			FTE 13 m3					
117	60	1999	71%								
118	100	1998	75%			FTE 25 m3					
110	80	1999	76%								
112	50	1998	109%								

Remarque sur le tableau 4 :

Les marquages rouges ou jaune pointent des dysfonctionnements du système entraînant des périodes plus ou moins longues sans bâchée, avec écoulement en continu vers les massifs.

Mais il faut aussi noter que sur tous les filtres à sables « récents » (**sauf 106**) le rapport Volume de bâchée / volume de drains alimentés est inférieur à 3 (parfois très inférieur : 0,5 à 1)

Par ailleurs, les prétraitements de type fosse toutes eaux sont à priori sous dimensionnés (temps de séjour inférieur à 3 jours) **par rapport à la capacité nominale** pour les stations : **101, 106, 115, 108, 118.**

LES CONSTATS :

OBSERVATION GENERALE :

A l'examen « brut » des résultats moyens d'analyses ponctuelles, la majorité des sites respecte les seuils du niveau D4 concernant les paramètres de pollution carbonée : DBO5, DCO, MES, y compris parmi les filtres à sable « anciens », même si on note pour ces derniers une tendance vers des valeurs plus fortes (6 sur 9 avec des DCO moyennes proches ou supérieures au seuil repère 90 mg/l).

Ce sont particulièrement les résultats obtenus sur la pollution azotée (NTK rejeté et comparaison NTK avec N-NO3) qui permettent de différencier plus nettement les niveaux de traitement des stations.

CAS DES FILTRES A SABLE RECENTS (n° 101 à 120 : groupe de gauche sur graphiques):

Stations à résultats plutôt conformes à ce qui est attendu de la filière :

101 : site sous chargé, réseau séparatif bien réalisé, une seule vidange de fosse réalisée depuis la mise en service (2001).

102 : charge à seulement 50%, bon réseau séparatif ; exploitation irrégulière ... pour l'instant sans conséquence.

116 : bons résultats sur les analyses effectuées ; cependant des problèmes à résoudre : entrées d'eaux pluviales dans le réseau, pas d'alternance d'alimentation des massifs, mauvais fonctionnement de la bâchée. 2 vidanges du prétraitement (2003 et 2005) ont contribué à soulager le système.

105 : (2analyses seulement)charge très irrégulière (5 branchements dont un hôtel restaurant) .bon réseau séparatif et une vidange du prétraitement en 2003.

Stations à résultats plus mitigés :

106 : la jeunesse du massif filtrant (2 analyses en 2005) peut expliquer le défaut de nitrification ;

Problèmes hydrauliques sur 103, 107, 108, 109, 110 : des eaux pluviales sont admises dans des réseaux pourtant séparatifs (d'où impact sur les temps de ressuyage des massifs filtrants).

Equipements mal adaptés, défectueux ou difficiles à entretenir :

- **pré-filtre** de 6 m³ de pouzzolane pour **103** : nécessité de trouver un mode d'ensachage de ce matériaux afin d'éviter une manipulation en vrac. Colmatage plus ou moins fréquent du fait des à-coups hydrauliques (entrées d'eaux pluviales) sur le réseau nécessitant des opérations de nettoyage partiel à l'aide de la colonne de décolmatage) ;
- **Pour 104** : pré-filtre d'accès difficile, sans colonne, et bâchée en dysfonctionnement fréquent ;
- **prétraitement sous dimensionné à : 107, 108, 110**. Par exemple, pour **108**, 2 vidanges en 2003 et fin 2004 alors qu'une seule aurait du suffire sur la période avec un ouvrage plus volumineux.

Stations à résultats plutôt mauvais :

(dépassements des niveaux de référence sur DBO5, DCO, MES et / ou NTK)

Particulièrement pour 111 et 118 :

- **111, pourtant réalisée en 1998**, connaît un état de colmatage irréversible entre autres dû à un fonctionnement durant plusieurs années sans alternance d'alimentation des 2 massifs (très mauvaise information sur les conditions d'exploitation) . A ce titre, elle pourrait être rattachée aux filtres à sable « anciens ». Les vidanges de pré traitements n'ont pas été faites à temps.

- **118** cumule des excès hydrauliques ou de charge organique (présence d'un restaurant) aggravés par des équipements ou ouvrages déficients (fosses sous dimensionnée, bâchée insuffisante, colmatage du massif...)

Pour **119** et **114**, des périodes de dysfonctionnement de la bâchée expliquent la mauvaise nitrification : réparations possibles

Pour les autres stations, les difficultés sont plus nombreuses et plus lourdes. **4 sites sont d'ores et déjà incapables d'assurer la percolation des effluents :**

- **113** suite à l'inefficacité du pré filtre et au colmatage du sable ;
- **120** avec un pré filtre défaillant et la présence d'un géotextile colmatant et colmaté en surface du massif filtrant ;
- **115** avec une bâchée déficiente et un très mauvais dispositif de répartition (passages préférentiels) ;
- **112:** surcharge de l'ouvrage et défauts d'évacuation des eaux traitées (drains d'évacuation des eaux traités mis en charge par le niveau du ruisseau aval).

Enfin, le site **117** correspond à un dispositif garni de zéolithe colmaté depuis plusieurs années.

Pour les 4 sites « sinistrés » des erreurs de conception et de dimensionnement ont entraîné la dégradation irréversible de l'ouvrage **après assez peu d'années de fonctionnement** (consultations en cours avec les maîtres d'ouvrages et maîtres d'œuvres concernés afin de déterminer des modalités de réhabilitations s'ajoutant parfois (site **112**) à d'autres déjà effectuées). Les réfections envisagées **sont sans garantie** de rétablir un fonctionnement optimal.

D'une manière générale, les perturbations nées de **problèmes hydrauliques (eaux pluviales dans des réseaux pourtant séparatifs) sont rapidement aggravées par les dysfonctionnements** ou insuffisances des prétraitements ou équipements amont (pré-filtre, bâchée).

Enfin, dans les charges d'exploitation des ouvrages, interviennent celles de l'évacuation régulière des matières de vidange extraites des prétraitements (fosses ou décanteurs) et des pré-filtres lorsque ces derniers ne peuvent être curés qu'avec le recours à un vidangeur.

Or les coûts correspondants à ces prestations :

de 50 à plus de 100 EUROS au m³ vidangé,

de 1000 à 2500 EUROS HT selon les volumes pour des décanteurs ou fosses,

200 à 500 EUROS HT pour un curage de pré-filtre,

font réfléchir les collectivités qui n'en avaient pas forcément compris l'importance avant la réalisation des stations concernées (problème de la bonne information du maître d'ouvrage au moment du choix de la filière): comment garantir dans ces conditions, que les évacuations vont toujours se faire en respectant les fréquences : au moins une fois par an pour des décanteurs et de nombreuses fosses sous dimensionnées ?

CAS DES FILTRES A SABLE ANCIENS (121 à 129 : groupe de droite sur graphiques):

Les résultats présentés montrent des moyennes de résultats d'analyses assez comparables à certains filtres à sable récents (111 à 120). Les valeurs moyennes des analyses restent à des niveaux proches des références sauf pour la DCO.

C'est l'absence de traitement de la pollution azotée (NTK assez élevés, supérieurs aux N-NO₃) qui traduit le plus souvent l'état de colmatage des massifs filtrants concernés. Pour la plupart, ces installations à lit unique n'ont pas connu d'alternance d'alimentation entre plusieurs massifs ou celle-ci a été installée tardivement (en 2004 pour (127)). Par ailleurs leurs réseaux d'alimentation sont restés partiellement unitaires avec limitation du débit admis par un déversoir d'orage au réglage aléatoire.

Exceptions :

- le site **122** est protégé par un déversoir d'orage très sévère qui permet de garantir la limitation des débits entrés (contrepartie : le milieu récepteur est assez souvent pollué par les eaux de déverse induites même par de faibles pluies). Cette situation peut expliquer des performances assez honnêtes pour l'épuration au vu des 4 paramètres considérés.
- De même, **121**, doté d'un réseau séparatif bien réalisé, plutôt sous chargé et bien suivi : vidange de la fosse et curage du pré-filtre tous les 2 ans (avec la capacité annoncée de 53 EH , le dimensionnement du filtre est d'environ 4,4 m²/EH).

Dans l'attente d'un remplacement par un nouveau système, le suivi technique de ces installations préconise une vidange du prétraitement rigoureusement en lien avec son état de remplissage et l'essai d'un fractionnement du massif en 2 moitiés alimentées en alternance (transformation réalisée en 2005 pour (129)).

Les filtres à sable visités en 2005 mais non suivis dans le cadre de l'assistance technique MAGE

Au démarrage de cette étude, au printemps 2005, Grégory VIRISSEL avait effectué des visites systématiques de systèmes filtrants en suivant un canevas d'observations ouvrage par ouvrage. Chaque maître d'ouvrage a, par la suite, reçu un rapport de visite sur son installation avec avis de la MAGE sur l'état de fonctionnement des installations et des conseils visant à améliorer leurs conditions d'exploitation.

L'essentiel de ces visites portait sur des filtres à sable aménagés de 1994 à 2004 et de capacité inférieure à 150 EH .

Le **tableau 5** récapitule, comme dans le cas des sites du suivi SATESE, les principaux points de difficultés observés sur chaque site en comparant notamment l'état de chaque équipement aux spécifications habituellement retenues.

Tableau 5 : principaux points de difficultés relevés par ouvrage et par station : cases en rouge et observations particulières à chaque ouvrage :

numéro de Station	année de mise en service	Capacité	Taux de charge organique	réseau ECP	réseau EPP	Déversoir	Prétrait : FTE/DD	Préfiltre	Bâchée	Répartition	Sable / Massif	exploitation
150	1994	90	sup 100%			non	FTE					
151	1996	100	sup 100%			non	FTE 30 m3					
152	1996	60	100%			oui	FTE 11 m3					
153	1997	50	très faible	?	?	non	FTE 11 m3					
154	1998	70	60%			non	FTE 20 m3					?
155	1998	80	75%				FTE					
156	1999	50					FTE 10m3					
157	1999	50				oui	FTE 16 m3					
158	1999	50	40%			oui	FTE 12 m3					
159	1999	60	65%				FTE 12 m3					
160	2001	25	var. 50 - 100%			non	FTE 8 m3	aucun				
161	2001	50				?	FTE 18 m3					
162	2001	80				oui	FTE 12 m3	?				
163		120	40%				FTE 40 m3					
164	2002	100	65%				FTE 30 m3					
165	2004	90				?	FTE 35 m3					
166	2004	65	inf 100%				FTE 20 m3					

Principales conclusions pour ces sites :

- sur la plupart des installations, les réseaux sont séparatifs ou équipés de déversoirs d'orages. Sur le site 162, le réglage de ce dernier est trop sévère et entraîne des déversements exagérés d'eaux usées vers le milieu récepteur ;
- beaucoup de fosses toutes eaux ont un volume insuffisant par rapport à la capacité nominale et au temps de séjour nécessaire pour les effluents ;
- tous les pré-filtres à pouzzolane sont soit difficiles d'accès, soit absolument inaccessibles pour le remplacement du matériau filtrant ;
- plusieurs systèmes de bâchées ne délivrent pas un débit suffisant pour une bonne répartition des effluent par le réseau d'alimentation : charge hydraulique insuffisante car inférieure à $0.5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$;
- l'exploitation régulière est souvent insuffisante, notamment pour la pratique de l'alternance d'alimentation des lits : ce point pose aussi le problème de la mauvaise information des maîtres d'ouvrages sur les interventions régulières indispensables à un bon fonctionnement.
- Enfin, quelques sites ont à déplorer de mauvaises conditions d'implantation des ouvrages (contre pentes, éboulements sur des massifs,...) nécessitant de coûteuses réhabilitations après seulement 2 à 4 ans d'existence...

2.2.4 Illustration des principaux dysfonctionnements :

Le diagnostic photographique suivant passe en revue les différents ouvrages ou points de difficultés évoqués dans l'analyse précédente.

2.2.4.1 Les réseaux : excès hydrauliques, déversements, qualité des effluents :



Le **déversoir d'orage** en entrée de station doit être soigneusement dimensionné, pour ne pas surcharger la station mais également pour ne pas déverser d'effluent continuellement dans le milieu naturel. Ici les $\frac{3}{4}$ de l'effluent (issus d'un réseau « peu » séparatif) sont déversés sans entrer dans la station pour des raisons de manque de suivi et d'un calibrage non calculé.



Sortie d'un décanteur digesteur : des boues remises en suspension à l'occasion d'un à-coup hydraulique sont parties vers le pré-filtre. (Réseau pourtant séparatif mais soumis à de mauvais branchements d'eaux pluviales).



Dépassement des capacités de percolation d'un massif : l'installation est chroniquement soumise à des apports hydrauliques très supérieurs à sa capacité nominale



Arrivée d'eaux usées non domestiques (ici des effluents laitiers) : les petites filières telles que les filtres à sable ne sont pas conçues pour traiter des rejets à caractère industriels susceptibles d'occasionner des à-coups de charges et d'apporter des composés peu ou pas biodégradables

2.2.4.2 Les prétraitements :

Installation des ouvrages



La fosse toutes eaux n'ayant pas été lestée au moment de sa mise en place, lors d'une vidange, elle s'est soulevée sous la pression du terrain.



Station localisée à l'écart de tout chemin carrossable. Accès impossible pour les camions de curage : les vidanges de fosse toutes eaux (flèche) doivent s'effectuer à l'aide d'un engin agricole.



De nombreuses fosses toutes eaux ne sont pas équipées de ventilation permettant une décompression ni de rampe d'extraction facilitant l'aspiration des boues. Ici, de simples ouvertures fermées hermétiquement.

Coût de traitement des matières de vidange issues de fosses toutes eaux ou décanteurs digesteurs : quelques exemples de factures fournies par des maîtres d'ouvrages du département depuis 2004 :

Coût total d'une vidange	m3 curé	Coût au m3 vidangé
139,00 €	3,00	46,33 €
175,00 €	3,00	58,33 €
975,00 €	15,00	65,00 €
2 405,00 €	35,00	68,71 €
1 268,00 €	20,00	63,40 €
700,00 €	8,00	87,50 €
415,00 €	8,00	51,88 €
453,00 €	4,00	113,25 €
1 256,00 €	17,00	73,88 €
1 674,00 €	20,00	83,70 €
380,00 €	3,00	126,67 €
928,00 €	12,00	77,33 €
964,80 €	9,00	107,20 €
986,00 €	12,00	82,17 €

Tableau 6 :

nombre de m3 curés	coût avec 70 euros HT / m3	coût annuel si curage chaque année (euros HT)	coût annuel si curage tous les 18 mois (euros HT)	coût annuel si curage tous les 2 ans (euros HT)	coût annuel si curage tous les 3 ans (euros HT)
5	350,00	350	233	175	117
10	700,00	700	467	350	233
15	1050,00	1050	700	525	350
20	1400,00	1400	933	700	467
25	1750,00	1750	1 167	875	583
30	2100,00	2100	1 400	1050	700

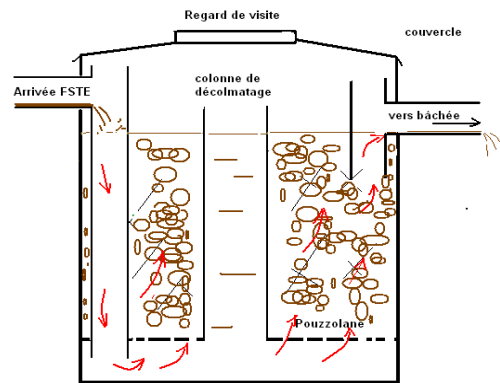
Lorsque la fosse de prétraitement d'une installation est sous dimensionnée, il convient de soutenir un rythme d'évacuation assez soutenu : tous les 12 à 18 mois au lieu de deux à trois ans attendus pour une fosse toutes eaux.

Pour un volume de 15 m³, une charge annuelle de 700 à plus de 1000 € doit alors être provisionnée, ce qui dans la plupart des situations n'était pas prévu par les maîtres d'ouvrages.

L'éloignement et les conditions d'acceptation mal connues des grosses installations réceptrices (de capacité supérieures à 10 000 EH et visées dans le Schéma Départemental des déchets issus de l'assainissement) pèsent sur le coût de la prestation en terme de transport.

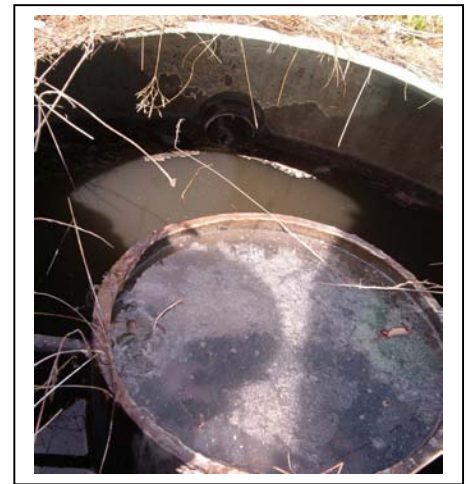
Il n'existe pas pour l'instant, dans le département, de plans d'épandage réglementaire pour des petits dispositifs.

2.2.4.3 Les pré-filtres :



Le schéma de principe le plus répandu implique une alimentation par le bas et remontée des effluents au travers de la masse de pouzzolane.

Dans la pratique, les perforations du plancher se trouvent assez vite obstruées, conduisant à un passage des effluents par la colonne de dé-colmatage (photo de droite), sans filtration par la masse de pouzzolane et avec évacuation superficielle directe vers le massif filtrant via la bûchée



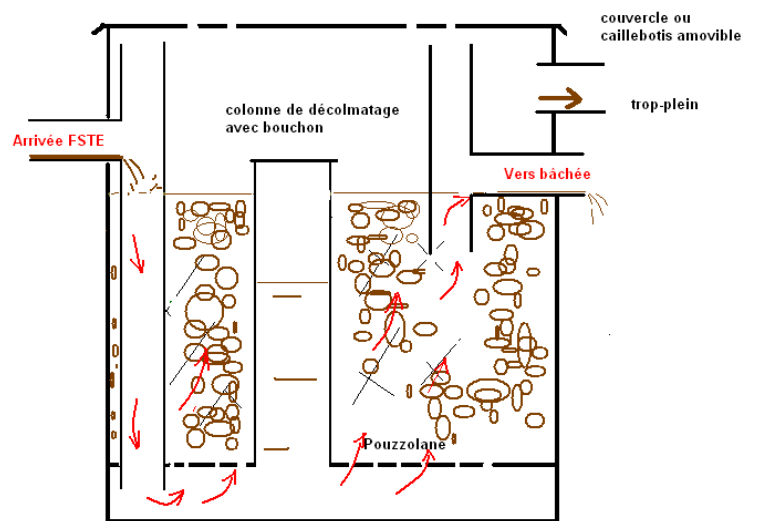
Les difficultés d'accès à la pouzzolane (ouvertures réduites des ouvrages) et les volumes conséquents (2, 3 voire 4 à 6 m³ de matériaux en vrac) rendent très fastidieuses les opérations de renouvellement du matériau filtrant.



Cas « extrême » de pré-filtre complètement recouvert et sans aucune possibilité de procéder au remplacement de la pouzzolane. Sur l'installation concernée, le colmatage de ce pré-filtre a entraîné le passage direct de MES vers le massif filtrant, contribuant à son colmatage prématuré.

Ci-contre à droite, le schéma de pré-filtre tel que décliné dans le document FNDAE n°22 : la colonne de dé-colmatage est pourvue d'une fermeture empêchant le débordement d'effluents non filtrés. Un trop-plein est prévu afin qu'en cas de colmatage, les eaux prétraitées ne rejoignent pas le massif filtrant mais soient évacuées vers un exutoire spécialement prévu.

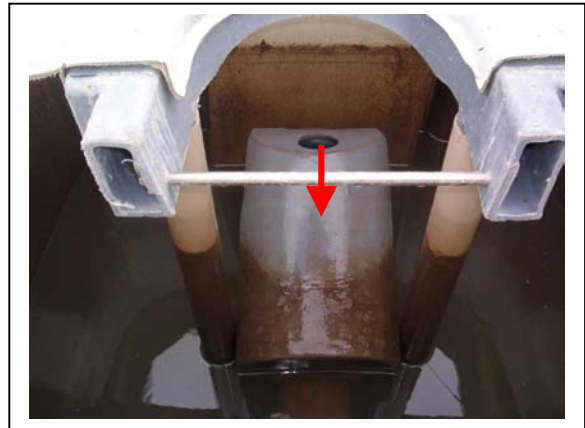
Dans le parc suivi par la MAGE, très peu de pré-filtres sont dotés d'un by-pass.



2.2.4.4 Les systèmes de bâchées :



Le **diamètre** choisi pour les drains de distribution doit permettre une mise en charge du réseau lors de la bâchée. Pour autant leur diamètre doit rester conséquent pour éviter d'éventuel bouchage. Un diamètre de 90 mm semble satisfaisant.



Le **débit de la chasse** devant être important pour garantir une bonne lame d'eau dans le massif, le diamètre de sortie de bâchée doit être conséquent (au minimum 150 mm). Ici le diamètre est trop faible.



Les systèmes de bâchées de type **siphon de chasse** sont à bannir sur des effluents d'eaux usées. Leur complexité de fonctionnement et l'entretien qui leur est nécessaire ne sont pas adaptées pour ces dispositifs.
(Les siphons de chasse sont théoriquement utilisés pour l'eau potable, donc en l'absence de matières en suspension).



Les systèmes à **chasse pendulaire** ont fait leur preuve de bon fonctionnement sur le département (fonctionnement très simple, entretien moindre, débit de vidange important). Seul point à surveiller, l'état du flexible qui peut se perforer ou se fendre à la longue or, très souvent, faute de flexible de rechange, le départ d'effluent en continu vers le massif dure de nombreuses semaines...

2.2.4.5 Les massifs filtrants

Couverture enherbée :



Souvent retenue pour privilégier l'intégration de la station dans son environnement, une couverture de terre végétale nécessite un entretien suivi et limite la bonne oxygénation du massif filtrant. Elle est fortement déconseillée depuis 1996



Stabilisation des berges



La stabilisation des berges, voisines des massifs filtrants, est importante pour éviter tout éboulement. Sur ce site, les berges n'étant pas stables, les regards commencent à être recouverts d'éboulis, jusqu'à ce qu'on y ait plus accès du tout. Une stabilisation par engazonnement ou par la pose d'une bâche est nécessaire.

Colmatage du sable



La qualité du sable mis en œuvre n'a pas toujours été scrupuleusement vérifiée (surtout avant 2002). Des colmatages portant sur la couche supérieure du massif peuvent être observés après moins d'une dizaine d'années de fonctionnement.

Des erreurs commises dans la **conception** du massif sont aussi à déplorer : plus haut la mise en place d'un **géotextile** entre les graviers supérieurs et le sable sous-jacent a entraîné la formation d'une couche colmatante.



Sondage sur les graviers et **le sable sous-jacent colmaté** d'un filtre à couverture végétale

2.2.4.6 Exploitation et conception des ouvrages

Absence d'un suivi régulier et rigoureux ; absence de consignes d'exploitation :



Un **contrôle régulier** ainsi qu'un **entretien du dégrilleur** sont obligatoires. Ici, une faible partie de l'effluent va être traitée puisque la mise en charge du dégrilleur va provoquer le déversement de l'effluent brut en amont de l'ouvrage (au niveau du déversoir d'orage).



Le **colmatage du pré filtre** va entraîner un passage direct de l'effluent entre la fosse et le massif filtrant . Deux conséquences : le bouchage des drains de distribution et le colmatage précoce du massif. Les fréquences de nettoyage ou de remplacement de la pouzzolane doivent être respectées.



Pas de suivi des prétraitements (ici débordement à partir du pré-filtre colmaté) et pas d'alternance installée dans l'alimentation des massifs. Cette absence d'alternance est l'un des défauts les plus souvent constatés sur les visites effectuées en 2005 sur des stations non suivies par le SATESE



Pas de vidange suffisamment fréquente du prétraitement (ici un décanteur digesteur engorgé)

Conception ; Choix du génie civil

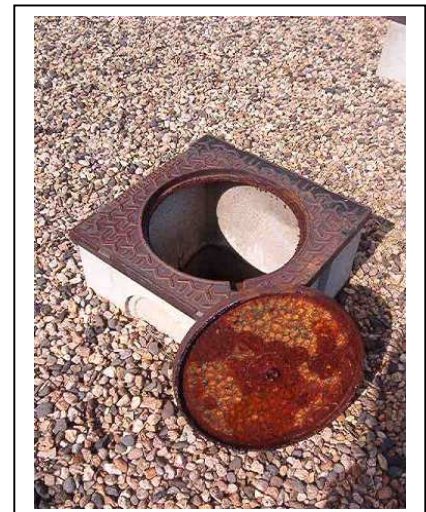


Le génie civil utilisé pour les ouvertures de regards fréquemment manipulées **n'est pas toujours approprié**. Cette importante dalle en béton (à gauche) doit être manipulée à chaque alternance de lit, soit une fois par semaine.

Même constat pour l'ouverture en fonte du regard de répartition à droite.



Le béton de ce regard de répartition est très fortement attaqué par la septicité des effluents. Des débris risquent de passer dans les drains et de les obstruer partiellement



Outre la difficulté de manipuler ces ouvertures, les matériaux utilisés **ne sont pas non plus toujours adaptés au milieu**. Ici la ferraille est très corrodée par la septicité de l'effluent.

Système de collecte et de mesure du rejet



Les petits canaux venturi (photo de gauche) installés dans les regards de sorties sont relativement coûteux et surtout inadaptés à la mesure des faibles débits. Parallèlement, nombre d'installations ne sont pas équipées de compteurs de bâchées pourtant très utiles par le suivi régulier qu'ils permettent des volumes d'effluents admis sur le massif filtrant