

AVERTISSEMENT du Cemagref

Le *Cemagref* a réalisé la présente étude sur "les filtres à zéolite en assainissement collectif" à la suite d'une sollicitation de l'Association des Maires Ruraux de France (AMRF) et après l'interpellation directe par des maîtres d'ouvrage, des Conseils Généraux et des maîtres d'œuvre sur la façon de remédier à des dysfonctionnements qu'ils ont pu constater sur un certain nombre d'installations de ce type. Cette étude a été réalisée avec le soutien financier de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) et de l'AMRF

Dès le début du travail, le *Cemagref* a constaté que cette étude, bien que portant sur une filière, ne concerne en pratique que des ouvrages conçus et construits directement ou sous son contrôle par une unique société, la société "Eparco Assainissement". C'est pourquoi le *Cemagref* a informé cette société dès le démarrage de l'étude.

Le *Cemagref* s'est engagé à rendre cette société destinataire de l'étude avant toute diffusion et à publier, si elle le souhaitait, ses remarques et commentaires reçus en retour dans les mêmes conditions de diffusion que celles de l'étude. De plus, dans la mesure où cette étude ne sera diffusée que sous forme électronique, par mise en ligne, il nous est possible d'inclure les remarques et commentaires à quelque moment que ce soit, quand bien même ils seraient reçus après la première mise en ligne du rapport d'étude.

Suite à la réception du rapport mi-novembre, la société "Eparco Assainissement" a transmis au *Cemagref* un document intitulé « Etude des filtres à zéolite installés en assainissement collectif (Cemagref 2008) – Premiers éléments contradictoires », daté du 18 décembre 2008. Ce document ainsi que son annexe sont téléchargés en même temps que le rapport d'étude.

Sur demande de cette société, le *Cemagref* a transmis les données brutes utilisées pour cette étude statistique début janvier.

Suite à la communication de ces informations, la société "Eparco Assainissement" a transmis au *Cemagref* un nouveau document intitulé « commentaires et analyse de l'étude : les filtres à zéolite installés en assainissement collectif (Cemagref 2008) » daté du 24 février 2009.

Conformément à nos engagements, vous trouverez sous ce lien mentionné 3 fichiers : un rapport d'étude et 2 textes émanant de la société « Eparco Assainissement »

Pour télécharger les fichiers, cliquer sur le lien suivant :

le 13 Mars 2009

Les filtres à zéolite en assainissement collectif

*Etat des lieux
et
analyse du fonctionnement*

Avec le soutien de



Département Milieux Aquatiques, Qualité et Rejets

Unité de Recherche
« Qualité des Eaux et Prévention des Pollutions »

Cemagref - Groupement de Lyon
3bis Quai Chauveau – CP 220
69336 LYON Cedex 09

Novembre 2008

Sommaire

INTRODUCTION.....	1
I. MATERIELS ET METHODES	3
I.1. STATIONS D'EPURATION ETUDIEES.....	3
I.2. DONNEES RECUEILLIES	3
I.2.1. <i>Origine des données</i>	3
I.2.2. <i>Données de construction</i>	4
I.2.3. <i>Données de fonctionnement</i>	4
I.3. VALIDATION DES DONNEES	4
I.3.1. <i>Cohérence des diverses données de dimensionnement</i>	4
I.3.2. <i>Représentativité des prélèvements ponctuels vis à vis des bilans 24h</i>	5
I.3.3. <i>Représentativité des relevés de compteurs d'auget vis à vis des mesures lors des bilans 24 h</i>	6
I.4. CLASSEMENT DES STEP	6
I.4.1. <i>Définition des critères de conformité du rejet à l'objectif de qualité</i>	6
I.4.2. <i>Définition des critères de colmatage</i>	8
I.4.3. <i>Classement des STEP selon 4 catégories</i>	9
II. ÉTAT DES LIEUX DE LA FILIERE ET DE SON FONCTIONNEMENT	10
II.1. RESULTATS DE L'ENQUETE	10
II.2. HISTORIQUE DU DEVELOPPEMENT.....	11
II.3. NATURE DE LA MAITRISE D'ŒUVRE.....	11
II.4. CAPACITE DES OUVRAGES.....	12
II.5. CARACTERISTIQUES AMONT DE LA FILIERE	13
II.5.1. <i>Nature du réseau</i>	13
II.5.2. <i>Nature de l'alimentation générale de la station</i>	13
II.5.3. <i>Nature des effluents à traiter</i>	14
II.6. CONSTRUCTEURS ET DESCRIPTION DE LA FILIERE	15
II.6.1. <i>Constructeur</i>	15
II.6.2. <i>Limiteurs de débit</i>	17
II.6.3. <i>Fosse Toutes Eaux</i>	18
II.6.4. <i>Préfiltre</i>	20
II.6.5. <i>Bâchées d'alimentation des filtres</i>	20
II.6.6. <i>Filtre à zéolite</i>	21
II.7. SEUILS DE REJET	23
II.8. MODE D'EXPLOITATION DE LA STEP.....	24
II.9. DESCRIPTIF DES MESURES A DISPOSITION.....	24
II.9.1. <i>Prélèvements ponctuels et bilans 24h</i>	24
II.9.2. <i>Représentativité des prélèvements ponctuels</i>	27
II.9.3. <i>Représentativité des relevés de compteur d'auget basculant</i>	28
II.10. QUALITE DE L'EFFLUENT A TRAITER	30
II.11. TAUX DE CHARGES MESURES	33
II.11.1. <i>Charges hydrauliques</i>	33
II.11.2. <i>Charges organiques</i>	33

II.12. FONCTIONNEMENT DES FOSSES TOUTES EAUX	35
II.12.1. Rejet des fosses toutes eaux	35
II.12.2. Entretien des fosses toutes eaux	38
II.13. CLASSEMENT DES STEP SELON LEUR FONCTIONNEMENT	39
II.13.1. Classement en 4 catégories	39
III. IDENTIFICATION DES CAUSES AYANT UN IMPACT POSSIBLE SUR LE FONCTIONNEMENT	40
III.1. METHODOLOGIE.....	40
III.2. CONDITIONS D'ALIMENTATION ET DES CONDITIONS D'ENTRETIEN.....	41
III.2.1. Concentration de l'effluent à traiter	41
III.2.2. Charge hydraulique	44
III.2.3. Charge organique	45
III.2.4. Fréquence de vidange de la FTE	46
III.2.5. Conclusions et description de la base de donnée restreinte	48
III.3. RECHERCHE DES PARAMETRES DE CONSTRUCTION INFLUENÇANT LE FONCTIONNEMENT	49
III.3.1. Age des STEP	49
III.3.2. Capacité nominale des STEP	50
III.3.3. Analyse des caractéristiques des données de construction	51
III.4. INFLUENCE DE LA FOSSE TOUTES EAUX SUR LE FONCTIONNEMENT.....	52
III.5. INFLUENCE DES CHARGES HYDRAULIQUES ET ORGANIQUES SUR LE FONCTIONNEMENT	55
III.5.1. Analyses de la qualité des eaux à traiter	55
III.5.2. Comparaison de charges entre les deux catégories de fonctionnement	58
a) Charges hydrauliques.....	58
b) Charges organiques.....	59
III.5.3. Analyse détaillée de l'évolution des charges des STEP "dysfonctionnement".....	61
c) Charges hydrauliques.....	61
d) Charges organiques.....	64
III.6. ANALYSE DU CAS PARTICULIER DES VARIATIONS SAISONNIERES	65
III.6.1. Effectif des STEP soumises à des variations saisonnières	65
III.6.2. Evaluation du facteur d'accroissement de charges pendant la pointe	66
III.6.3. Impact des charges hydrauliques sur le fonctionnement des STEP soumises à variation de charges	67
IV. CONCLUSIONS	69

Liste des figures

Figure 1 : retour d'informations présenté par bassins.....	10
Figure 2 : implantation des filtres	10
Figure 3 : évolution de la mise en service des STEP de 1990 à 2008	11
Figure 4 : maîtrises d'œuvre	11
Figure 5 : nombre de STEP par classes de capacité nominale (EH).....	12
Figure 6 : fréquence cumulée de STEP en fonction de capacité nominale (EH).....	12
Figure 7 : nature du réseau.....	13
Figure 8 : alimentation générale (gravitaire ou refoulement) en fonction des classes de capacités nominales	14
Figure 9 : type d'effluent à traiter	14
Figure 10 : constructeurs.....	15
Figure 11 : synoptique de la filière classique "filtre à zéolite"	15
Figure 12 : évolution de l'installation de limiteurs de débit en amont de la FTE en fonction de la date de mise en service des STEP	18
Figure 13 : évolution de l'installation de limiteurs de débit en amont des filtres en fonction de la date de mise en service des STEP	18
Figure 14 : volume moyen des FTE (m ³ /EH) par classes de capacité nominale.....	19
Figure 15 : temps de séjour théorique moyen (j) par classes de capacité nominale	19
Figure 16 : volume moyen des augets (m ³) par classes de capacité nominale.....	21
Figure 17 : nombre journalier moyen de bâchées par classes de capacité nominale	21
Figure 18 : distribution des surfaces des filtres à zéolite (dimensionnement nominal).....	21
Figure 19 : évolution de l'installation d'extracteurs statiques en fonction de la date de mise en service des STEP.....	22
Figure 20 : évolution de l'installation de puits d'aération en fonction de la date de mise en service des STEP.....	22
Figure 21 : évolution des seuils de rejet en fonction de la date de mise en service des STEP	23
Figure 22 : nature de l'exploitation.....	24
Figure 23 : effectif des STEP en fonction du nombre de prélèvements ponctuels /STEP.....	25
Figure 24 : évolution du nombre moyen total de prélèvements ponctuels /STEP en fonction de la date de mise en service des STEP.....	25
Figure 25 : effectif des STEP en fonction du nombre de bilan 24h /STEP	26
Figure 26 : évolution du nombre moyen total de bilan 24h /STEP en fonction de la date de mise en service des STEP.....	26
Figure 27 : comparaison des distributions des concentrations en DCO et DBO ₅ des effluents à traiter par "filtres à zéolite" et "filtres plantés de roseaux"	31
Figure 28 : distribution des STEP en fonction de la concentration moyenne de l'effluent à traiter..	32
Figure 29 : répartition des STEP par classe de taux de charges	34
Figure 30 : distribution des concentrations en MES en entrée et sortie de fosses toutes eaux	35
Figure 31 : Rendements des fosses toutes eaux	36
Figure 32 : répartition des STEP selon les préconisations de vidange de la FTE.....	38
Figure 33 : répartition des STEP au sein des différentes catégories de fonctionnement.....	39
Figure 34 : répartition des STEP au sein des différentes catégories avant et après le changement de seuil de rejet	40
Figure 35 : distribution des concentrations moyennes en DCO et DBO ₅ en entrée.....	42
Figure 36 : distribution des taux de charges hydrauliques des deux catégories de STEP	44
Figure 37 : distribution des taux de charges organiques des deux catégories de fonctionnement....	46
Figure 38 : distribution des deux catégories de fonctionnement selon les années de mise en service	49
Figure 39 : répartition des deux catégories de STEP en fonction des classes de capacité nominale.	51
Figure 40 : distribution des concentrations moyennes en DCO et DBO ₅ en entrée.....	56

Figure 41 : distribution des taux de charges hydrauliques des deux catégories de fonctionnement..	58
Figure 42: distribution des taux de charges organiques des deux catégories de fonctionnement.....	60
Figure 43 : distribution des taux de charges hydrauliques pendant les 2 périodes des STEP "dysfonctionnement".....	62
Figure 44 : Proportion des situations de "bon fonctionnement"ou "dysfonctionnement"	63
Figure 45 : distribution des taux de charges organiques pendant les 2 périodes des STEP "dysfonctionnement".....	64
Figure 46 : distribution des taux de charges hydrauliques pendant les 2 périodes des STEP "dysfonctionnement".....	67

Liste des tableaux

Tableau 1 : valeurs seuils en phase 1 : état des lieux.....	7
Tableau 2 : valeurs seuils en phase 2 : analyse des difficultés rencontrées.....	7
Tableau 3 : classement des STEP selon la qualification du rejet.....	7
Tableau 4 : résultats de l'enquête de recensement auprès des SATESE.....	10
Tableau 5 : capacité nominale des STEP.....	12
Tableau 6 : caractéristiques de l'alimentation générale des STEP et capacité nominale des STEP..	13
Tableau 7 : effectif des STEP équipées ou non d'un ou 2 limiteurs de débit.....	17
Tableau 8 : limiteurs de débit et capacité nominale des STEP.....	17
Tableau 9 : nombre de Fosses Toutes Eaux et capacité nominale des STEP.....	18
Tableau 10 : comparaison des dimensionnements de FTE et du temps de séjour en fonction de la taille des STEP.....	19
Tableau 11 : caractéristiques des préfiltres.....	20
Tableau 12 : dispositif d'alimentation par bâchées et capacité nominale des STEP.....	20
Tableau 13 : surfaces des filtres à zéolite (dimensionnement nominal).....	21
Tableau 14 : nombre de STEP pour chaque paramètre des différents seuils de rejet.....	23
Tableau 15 : descriptif du jeu de données concernant les prélèvements ponctuels.....	24
Tableau 16 : descriptif du jeu de données concernant les bilans 24h/STEP.....	26
Tableau 17 : age moyen du premier bilan 24h réalisé sur les STEP (en an).....	26
Tableau 18 : jeu de données utilisé pour tester la représentativité des prélèvements ponctuels vs bilan 24h.....	27
Tableau 19 : caractéristiques moyennes des différents paramètres analytiques selon le mode de prélèvement.....	27
Tableau 20 : comparaison des prélèvements ponctuels (pp) et des bilans 24h (b24) par le test de Wilcoxon.....	28
Tableau 21 : jeu de données (charges hydrauliques) utilisé pour tester la représentativité des compteurs d'augets vs bilan 24h.....	28
Tableau 22 : charges hydrauliques moyennes / STEP calculées à partir des compteurs d'auget ou des bilans 24h.....	29
Tableau 23 : concentrations moyennes (en mg/L) et équilibre moyen de l'effluent en entrée de STEP.....	30
Tableau 24 : comparaison de qualité des effluents à traiter par "filtres à zéolite" et "filtres plantés de roseaux".....	30
Tableau 25 : comparaison des effluents à traiter par filtres à zéolite et filtres plantés de roseaux : choix des tests et résultats.....	32
Tableau 26 : taux de charge hydraulique moyen des STEP (calculé à partir des charges moyennes de chaque STEP).....	33
Tableau 27 : taux de charge organique moyen des STEP (calculé à partir des charges moyennes de chaque STEP).....	33
Tableau 28 : charges organique et hydraulique des STEP.....	34
Tableau 29 : comparaison de qualité des effluents en entrée et sortie de fosses toutes eaux.....	35
Tableau 30 : rendements obtenus sur les différents paramètres.....	36
Tableau 31 : Charges surfaciques théoriques admissibles en cultures fixées sur support fin.....	37
Tableau 32 : répartition des STEP suivant l'entretien de la FTE.....	38
Tableau 33 : suivi des préconisations constructeur de vidange de la FTE.....	38
Tableau 34 : classement des STEP en 4 catégories de fonctionnement.....	39
Tableau 35 : répartition des STEP au sein des différentes catégories avant et après le changement.....	40
Tableau 36 : descriptif du jeu de données selon le classement en "Bon fonctionnement" et "Dysfonctionnement".....	41
Tableau 37 : concentration moyenne (en mg/L) en entrée de STEP en fonction des deux catégories de fonctionnement.....	41

Tableau 38 : comparaison statistique des deux catégories de fonctionnement.....	42
Tableau 39 : composition moyenne des effluents moyens en entrée selon les deux catégories de fonctionnement	43
Tableau 40 : comparaison statistique des 2 catégories de fonctionnement vis-à-vis de la composition de l'effluent d'entrée	43
Tableau 41 : taux de charges hydrauliques moyens des STEP suivant leur fonctionnement, calculées à partir des bilans 24h et des relevés d'augets (en %)	44
Tableau 42 : taux de charges organiques moyen des STEP suivant leur fonctionnement,.....	45
Tableau 43 : répartition des STEP "bon fonctionnement" et "dysfonctionnement" suivant l'entretien de la FTE.....	46
Tableau 44 : répartition des STEP "bon fonctionnement" et "dysfonctionnement" suivant le respect des préconisations de vidange de la FTE	47
Tableau 45 : date d'apparition du dysfonctionnement comparé à la date théorique de la vidange de la FTE.....	47
Tableau 46 : critères d'élimination des STEP selon leurs conditions d'alimentation et/ou d'entretien	48
Tableau 47 : évolution de la base de données	49
Tableau 48 : age moyen au 01/06/2008 suivant les deux catégories de fonctionnement (en ans).....	50
Tableau 49 : capacité nominale (EH) des STEP suivant les deux catégories de fonctionnement	50
Tableau 50 : nature de l'alimentation générale des STEP	52
Tableau 51 : comparaison statistique des distributions de la nature de l'alimentation générale	52
Tableau 52 : Effluent en sortie de FTE en fonction du fonctionnement de la STEP.....	53
Tableau 53 : synthèse des tests statistiques réalisés sur les FTE en fonction des deux groupes de fonctionnements	53
Tableau 54 : Effluent en sortie de FTE en fonction de l'alimentation de la STEP	54
Tableau 55 : synthèse des tests statistiques réalisés sur les FTE en fonction des deux types d'alimentation.....	54
Tableau 56 : concentration moyenne (en mg/L) en entrée de STEP en fonction des deux catégories de fonctionnement.....	55
Tableau 57 : comparaison statistique des deux catégories de fonctionnement.....	56
Tableau 58 : composition moyenne des effluents moyens en entrée selon les deux catégories de fonctionnement	57
Tableau 59 : comparaison statistique des 2 catégories de fonctionnement.....	57
Tableau 60 : taux de charges hydrauliques des STEP selon des deux catégories de fonctionnement (en %).....	58
Tableau 61 : comparaison statistique des distribution des taux de charges hydrauliques	59
Tableau 62 : taux de charges organiques des STEP selon des deux catégories de fonctionnement (en %).....	59
Tableau 63 : synthèse des tests statistiques réalisés sur les charges organiques des deux catégories de STEP	60
Tableau 64 : taux de charges hydrauliques des STEP "dysfonctionnement" en fonction des périodes de bon fonctionnement et de dysfonctionnement	61
Tableau 65 : synthèse des tests statistiques réalisés sur les charges hydrauliques	62
Tableau 66 : taux de charges organiques (en %) des STEP "dysfonctionnement".....	64
Tableau 67 : synthèse des tests statistiques réalisés sur les charges organiques.....	65
Tableau 68 : distribution des STEP avec/sans variation saisonnière	65
Tableau 69 : taux de charges hydrauliques des STEP selon les périodes de variations saisonnières (en %).....	66
Tableau 70 : Classement individualisé en "bon fonctionnement"ou dysfonctionnement" des données de STEP selon les périodes de fréquentation	67
Tableau 71 : synthèse des tests statistiques réalisés sur les charges hydrauliques des périodes hors pointe ou de pointe.....	68

Liste des annexes

Annexe 1 : Questionnaire destiné aux Satese

Annexe 2 : Méthodologie statistique et principaux tests utilisés

Annexe 3 : Lecture des courbes de distribution centrée autour de la médiane

Annexe 4 : Résultats des tests statistiques ayant conclu à une absence de différence significative

Lexique

DBO₅ : Demande Biologique en Oxygène 5 jours

DCO : Demande Chimique en Oxygène

ECP : Eaux Claires Parasites

EH : Equivalent – Habitant

FTE : Fosses Toutes Eaux

FZ : Filtre à Zéolite

MES : Matières En Suspension

N-NK : Azote Kjeldahl

N-NH₄⁺ : Azote Ammoniacal

STEP : Station d'Épuration

Introduction

Au cours des dernières années, le *Cemagref* a déjà été conduit à contribuer à la réalisation de plusieurs états de l'art spécifiques à certaines filières d'épuration, notamment :

Le lagunage naturel. L'étude, parue en 1997, a été conduite en étroite collaboration avec les agences de l'eau, les Satese et l'Ecole Nationale de la Santé Publiques. Le traitement statistique des données recueillies a amené, entre autres, à modifier les règles de conception de cette filière : modification de la taille du 1^{er} bassin et suppression de l'usage des macrophytes.

Les filtres plantés de roseaux à flux vertical. L'étude, parue en 2004, a été conduite en étroite collaboration avec les agences de l'eau, les Satese et l'université de Chambéry. Le traitement statistique des données a notamment conduit à confirmer le dimensionnement de la filière dans le cas général et à affiner le dimensionnement dans le cas d'une sensibilité particulière du milieu au paramètre azote.

Le *Cemagref* a réalisé la présente étude sur "les filtres à zéolite installés en assainissement collectif" à la suite d'une sollicitation de l'Association des Maires Ruraux de France (AMRF) et après l'interpellation directe par des maîtres d'ouvrage, des Conseils Généraux et des maîtres d'œuvre sur la façon de remédier à des dysfonctionnements qu'ils ont pu constater sur un certain nombre d'installations de ce type. Cette étude a été réalisée avec le soutien financier de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) et de l'AMRF. Elle s'est fixé plusieurs objectifs : avoir une vision précise de l'étendue du parc, cerner les difficultés rencontrées sur ces dispositifs, qualifier les sources des difficultés si elles s'avéraient confirmées et enfin envisager des solutions pour y remédier lorsque cela serait possible.

Pour le bon déroulement du travail, le *Cemagref*, s'est appuyé sur deux instances qu'il a réunies régulièrement :

un Comité de Pilotage, constitué des membres suivants :

Daniel	CASSARD	Association des maires ruraux de France Président de l'Association des maires ruraux du Doubs
Eric	SCHIETSE	Association des maires ruraux de France Directeur de l'Association des maires ruraux de France
Bernard	LE GUENNEC	ONEMA
Pascal	BOISTARD	<i>Cemagref</i> Lyon <i>animation du CP</i>
Catherine	BOUTIN	<i>Cemagref</i> Lyon
Mickael	MESNIER	<i>Cemagref</i> Lyon

un Comité Scientifique et Technique composé, outre le personnel du *Cemagref* en charge de l'étude, des experts issus du domaine public suivants :

Arthur	IWEMA	Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse
Jacques	LESAVRE	Agence de l'eau Seine Normandie
Catherine	BOUTIN	<i>Cemagref</i> Lyon <i>animation du CST</i>
Alain	LIÉNARD	<i>Cemagref</i> Lyon
Mickael	MESNIER	<i>Cemagref</i> Lyon
Alain	BOUVERET	Conseil Général 25 / SATESE
Jean-Yves	PEYTAVIT	Conseil Général 46 / SATESE
Guy	FOURNERET	Conseil Général 63 / SATESE et ANSATESE
Roland	CHUINE	Conseil Général 89 / IDEA-SATESE
Denis	THOUMY	DDAF 42
Frédéric	KOZIMOR	DDE 25
David	MARQUIS	DDE 25

L'étude s'est déroulée en 2 phases :

Tout d'abord, un état des lieux exhaustif du développement de la filière et de son fonctionnement a été réalisé au niveau national. Pour ce faire, la participation de tous les SATESE ou de leurs homologues a été sollicitée afin de recueillir le plus grand nombre d'informations possible sur les dispositifs en place. L'enquête a porté sur TOUS les dispositifs, qu'ils soient considérés en fonctionnement satisfaisant ou non.

Dans un deuxième temps, l'étude s'est concentrée sur l'identification des conditions dans lesquelles les dysfonctionnements se manifestent, afin d'envisager des solutions qui pourraient être mises en œuvre pour résoudre ou réduire les difficultés rencontrées.

Dès le début du travail, le *Cemagref* a constaté que cette étude, bien que portant sur une filière, ne concerne en pratique que des ouvrages conçus et construits directement ou sous son contrôle par une unique société, la société "Eparco Assainissement". C'est pourquoi le *Cemagref* a informé cette société dès le démarrage de l'étude et l'a sollicitée pour qu'elle puisse y contribuer en apportant toutes les informations qu'elle pouvait souhaiter. Il s'était également engagé à rendre cette société destinataire de l'étude avant toute diffusion et à publier, si elle le souhaitait, ses remarques et commentaires reçus en retour dans les mêmes conditions de diffusion que celles de l'étude.

I. Matériels et méthodes

I.1. Stations d'épuration étudiées

Les stations d'épuration (STEP) prises en compte lors de cette étude sont celles installées pour l'assainissement collectif. Elles sont équipées à minima d'une fosse toutes eaux (FTE) et d'un filtre enterré utilisant la zéolite comme matériau filtrant.

Les différents critères d'inclusion d'une STEP dans la base de données sont les suivants :

- STEP installées pour l'assainissement collectif ; l'assainissement non collectif est donc exclu de la présente étude ;
- STEP dont les filtres enterrés sont garnis de zéolite ; les filtres à sable classiques, au dimensionnement généralement de l'ordre de $3\text{m}^2/\text{EH}$, sont exclus de cette étude ;
- STEP mentionnées par les SATESE (ou leurs homologues) lors de l'enquête de recensement.

I.2. Données recueillies

I.2.1. Origine des données

Les données nécessaires à l'étude ont été collectées grâce à des questionnaires envoyés aux SATESE de tous les départements. Ils ont fourni les informations demandées sur les STEP "filtres à zéolite" dont ils assurent le suivi.

Le questionnaire se divise en 2 parties, d'un côté les données de construction de la STEP, et de l'autre les données relatives à l'exploitation de la STEP (*cf.* Annexe 1).

Les questions posées ne s'arrêtent pas à la seule filière de traitement mais concernent toute la chaîne de l'assainissement, incluant la nature du réseau et le niveau de qualité attendu de rejet.

Accompagnés de ces questionnaires, il a été demandé aux SATESE de fournir d'autres documents éventuellement en leur possession c'est à dire:

Tous dossiers portant sur la STEP : avant-projet, projet, dossiers de recollement,...afin de disposer des informations concernant les données de construction de la STEP (ouvrages installés, dimensionnements, consignes d'entretien, ...)

Les rapports de visites complets détaillant :

- les prélèvements ponctuels et leurs compositions chimiques ainsi que
- les commentaires relatifs au fonctionnement des différents ouvrages (observation sur la FTE et les filtres à zéolite, relevés de compteurs d'augets basculants, dates de vidange de la FTE, niveau d'entretien du préfiltre et de la STEP en général...)

Les rapports de bilans 24h complètent les informations qualitatives précédentes, permettent, de plus, d'évaluer les charges organiques et hydrauliques reçues par la STEP.

I.2.2. Données de construction

Ces données permettent de localiser la STEP et informent sur le dimensionnement des infrastructures (FTE, système d'alimentation des filtres, volume du préfiltre, surface des massifs filtrants, ...) ainsi que sur les capacités nominale et maximale de la STEP en terme de débit et de pollutions carbonée et azotée. De plus, elles renseignent sur les seuils de qualité du rejet pour les différents paramètres organiques, particuliers et azotés.

I.2.3. Données de fonctionnement

Ces données permettent de retracer l'historique du fonctionnement général de la STEP, que ce soit au niveau de la qualité des rejets comme du fonctionnement des différents ouvrages composant la STEP. Ces données informent également du nombre de prélèvements ponctuels et de bilans 24h réalisés ainsi que du laboratoire ayant effectué les analyses.

Lors de la réalisation d'un prélèvement ponctuel ou d'un bilan 24 h, plusieurs paramètres sont analysés en sortie de STEP, les principaux, exprimés en mg/L, sont les suivants :

- DCO : quantification de la pollution organique résiduelle après traitement
- DBO₅ : quantification de la pollution organique biodégradable résiduelle après traitement
- MES : quantification de la pollution particulaire résiduelle après traitement
- N-NK : quantification de la pollution azotée résiduelle à oxyder, après traitement
- N-NH₄⁺ : forme réduite de l'azote considéré comme un bon indicateur sur la capacité d'oxygénation du massif filtrant et donc du risque de colmatage.

Ces paramètres permettent de vérifier l'obtention ou non du niveau de qualité attendu.

I.3. Validation des données

I.3.1. Cohérence des diverses données de dimensionnement

Le questionnaire collecte les informations concernant le dimensionnement nominal (EH, charges hydraulique et organique...) et la taille du ou des filtre(s) à zéolite ; il est alors possible de croiser ces deux jeux de données afin de vérifier l'exactitude des informations.

En effet, les filtres à zéolite sont dimensionnés sur les bases de 0,6m²/EH soit une charge hydraulique surfacique journalière de 250L (cf. II.6.6.), il suffit alors de recalculer la capacité nominale et le débit nominal pour les confronter aux valeurs renseignées dans le questionnaire.

$$EH_{\text{calculé}} = \frac{\text{Surface de filtre (m}^2\text{)}}{0,6 \text{ (m}^2\text{ / EH)}}$$

$$Q_{\text{calculé}} \text{ (m}^3\text{ / j)} = \text{Surface de filtre (m}^2\text{)} \times 0,25 \text{ (m}^3\text{ / m}^2\text{ / j)}$$

Si les deux jeux de valeurs ne correspondent pas, celles renseignées par le SATESE sont remplacées par la valeur issue du calcul, la surface totale des filtres à zéolite étant considérée comme ferme.

Par la suite, les charges hydrauliques et organiques sont toutes calculées, à partir uniquement de la donnée "EH" par les relations suivantes :

- $Q (m^3 / j) = EH \times 0,15 (m^3 / EH / j)$
- $DCO (kg / j) = EH \times 0,12 (kg / EH / j)$
- $DBO_5 (kg / j) = EH \times 0,06 (kg / EH / j)$
- $MES (kg / j) = EH \times 0,09 (kg / EH / j)$
- $N - NK (kg / j) = EH \times 0,015 (kg / EH / j)$

NB : la charge journalière émise par 1 EH correspond, dans le cahier des clauses techniques EPARCO Assainissement à 120 g de DCO, 90 g de MES, 60 g de DBO₅ et 15 g de N-NK. C'est pourquoi ces correspondances ont été retenues.

I.3.2. Représentativité des prélèvements ponctuels vis à vis des bilans 24h

Les données acquises en sortie de STEP lors des prélèvements ponctuels n'ont pas le même degré de représentativité du fonctionnement régulier de l'ouvrage qu'un bilan 24 h du fait de la durée de la mesure. Il est donc utile de vérifier qu'il n'existe pas de différences significatives entre les valeurs des paramètres analysés dans le cadre de prélèvements ponctuels et de bilans 24 h. Cette comparaison s'adresse bien évidemment exclusivement aux analyses effectuées en sortie de STEP¹.

Parmi le jeu de données à notre disposition, sont sélectionnées les STEP disposant d'au moins 2 bilans 24 h et de comparer les résultats analytiques à ceux des prélèvements ponctuels.

Pour ce faire, on sélectionne, pour chaque STEP, les prélèvements ponctuels réalisés durant la même année que le bilan 24 h ainsi que ceux de des années précédente et suivante. Cette sélection a pour but de s'affranchir des variations occasionnées par l'évolution de la qualité du rejet au cours du temps (vieillesse des ouvrages, évolution du taux de raccordement...) Après cette sélection, afin de constituer 2 groupes (prélèvements ponctuels/bilans 24 h), les résultats de chaque paramètres (DCO, DBO₅, MES et N-NK) sont moyennés individuellement pour chaque STEP. Chaque paramètre d'un groupe est alors comparé à son homologue pour tester de façon statistique l'existence ou non de différences significatives entre les 2 groupes.

Suivant les conclusions de cette comparaison, il est envisagé :

- soit de valider la représentativité des prélèvements ponctuels par rapport aux bilans 24 h,
- soit d'affiner la comparaison en limitant la sélection des prélèvements ponctuels à l'année de réalisation du bilan 24 h afin de s'affranchir de manière plus drastique des possibles évolutions de la qualité des rejets et de valider la représentativité des prélèvements ponctuels par rapport aux bilans 24 h,
- soit de ne pas valider la représentativité des prélèvements ponctuels par rapport aux bilans 24 h et de réaliser l'analyse sur les mesures issues des bilans 24h uniquement.

¹ Effectivement, en entrée de STEP, les prélèvements ponctuels ne sont pas représentatifs de l'émission moyenne d'une journée. Les éventuelles analyses issues de prélèvements ponctuels en tête de STEP à notre disposition ne sont pas introduites dans la base de données

I.3.3. Représentativité des relevés de compteurs d'auget vis à vis des mesures lors des bilans 24 h

Les augets basculants étant équipés de compteurs, il est possible de calculer les débits quotidiens à partir de ces relevés et du volume des augets. Ces éléments fournissent des données de charges hydrauliques, complémentaires des bilans 24h.

Il est nécessaire de vérifier qu'il n'y a pas de différences significatives entre les charges hydrauliques mesurées lors des bilans 24h et estimées à partir des relevés de compteur d'auget. Parmi le jeu de données à notre disposition, il convient de sélectionner les STEP disposant d'au moins un bilan 24 h et d'un débit quotidien calculé à partir des relevés de compteur. Comme précédemment, il est nécessaire de sélectionner, au sein de chaque STEP, les relevés de compteur effectués durant la même année que la réalisation du bilan 24 h ainsi que ceux des années précédente et suivante afin de s'affranchir des variations de charges occasionnées par l'évolution du taux de raccordement à la STEP. Après cette sélection, les valeurs de charge sont moyennées pour chaque STEP afin de constituer 2 groupes : augets/bilans 24 h.

Les valeurs de charges hydrauliques sont alors comparées pour tester, de façon statistique, l'existence ou non de différences significatives entre les 2 groupes.

Suivant les conclusions de cette comparaison, il est envisagé :

- soit de valider la représentativité des relevés de compteurs d'augets basculants par rapport aux bilans 24 h,
- soit d'affiner la comparaison en limitant la sélection des relevés de compteurs à l'année de réalisation du bilan 24 h afin de s'affranchir de manière plus drastique des possibles évolutions du taux de raccordement et de valider la représentativité des relevés de compteurs par rapport aux bilans 24 h,
- soit de ne pas valider la représentativité des relevés de compteurs par rapport aux bilans 24 h et de réaliser l'analyse sur les mesures issues des bilans 24h uniquement.

I.4. Classement des STEP

I.4.1. Définition des critères de conformité du rejet à l'objectif de qualité

Les réglementation ayant évolué au cours du temps, il est possible d'observer différents seuils de rejets (e,NK1 puis niveau D4) affectés aux STEP en fonction de leur année de mise en service. Quelques installations complétées d'un filtre à sable à l'aval, doivent atteindre un traitement plus poussé.

Les rejets en sortie de STEP sont classés par catégories suivant les valeurs de concentration en DCO, DBO₅, MES et N-NK, ces valeurs sont alors globalisées et transformées en une seule information qualitative du rejet, ce qui a pour conséquence une perte de l'information quantitative individuelle de chaque valeur mais un gain au niveau de la synthèse des données.

Tableau 1 : valeurs seuils en phase 1 : état des lieux

Paramètres exprimés en mg/L		DCO	DBO ₅	MES	N-NK
e, NK1	Valeurs réglementaires	90	30	30	40
	Valeurs seuils retenues dans cette phase 1	90	30	30	40
Niveau D4	Valeurs réglementaires	125	25	-	-
	Valeurs seuils retenues dans cette phase 1	125	25	35	40

Les valeurs ont des concentrations adaptées aux phasages de l'étude. Dans un premier temps et pour la phase 1 de l'étude correspondant à l'état des lieux, le classement des rejets suivant les catégories énoncées précédemment s'effectue selon les 2 objectifs de qualité renseignés dans le questionnaire.

Les données concernant les STEP pour lesquelles un traitement poussé est recherché sont maintenues dans la base de données en affectant un seuil de qualité correspondant au niveau D4, aux éventuelles données existantes à l'aval du filtre à zéolite. En absence de données intermédiaires, les données concernant la qualité du rejet final ne sont pas utilisées sauf si elles montrent une qualité dégradée et non conforme au seuil correspondant au niveau D4.

Dans un second temps, pour la phase 2 c'est à dire l'analyse des difficultés rencontrées, le classement des rejets est réalisé en fixant un seul seuil de rejet commun à toutes les STEP. Afin de ne pénaliser aucune STEP par ce changement de seuil de rejet, la valeur retenue est la moins restrictive pour l'ensemble des paramètres DCO, DBO₅, MES et N-NK.

Tableau 2 : valeurs seuils en phase 2 : analyse des difficultés rencontrées

Paramètres en mg/L	DCO	DBO ₅	MES	N-NK
Valeurs seuils retenues dans cette phase 2	125	25	35	40

Dans le cas où aucun paramètre ne dépasserait les seuils de rejet, on classe le rejet de la STEP comme **conforme au niveau du rejet** au moment de l'analyse, néanmoins, il est possible de renseigner les valeurs de concentration en N-NH₄⁺ afin de garder la possibilité d'une analyse de l'état d'oxygénation du massif filtrant.

Si un ou deux paramètres dépassent légèrement le seuil de rejet (dépassement inférieur ou égal à 5mg/L pour les paramètres DBO₅/MES/N-NK et à 10mg/L pour la DCO), la qualité du rejet au moment de la visite est considérée comme **potentiellement conforme au niveau du rejet** et les paramètres sont renseignés individuellement dans l'historique de fonctionnement.

Enfin, si un ou plusieurs paramètres sont supérieurs aux seuils de rejet (dépassement supérieur à 5mg/L pour les paramètres DBO₅/MES/N-NK et à 10mg/L pour la DCO), alors le rejet de la STEP sera considéré comme **non-conforme au niveau du rejet**.

Tableau 3 : classement des STEP selon la qualification du rejet

Paramètres dépassant le seuil de rejet	1 ou 2 paramètres avec un dépassement :		1 ou plusieurs paramètres avec un dépassement :
	aucun dépassement	DBO ₅ /MES/N-NK ≤ 5mg/L DCO ≤ 10mg/L	DBO ₅ /MES/N-NK >5mg/L DCO >10mg/L
Qualification du rejet	Conforme au niveau de rejet	Potentiellement conforme au niveau de rejet	Non conforme au niveau de rejet
	Rejet conforme	[paramètre(s) concernés] non conforme (s)	Rejet non conforme

Ce tableau ne tient pas compte des éventuels engagements contractuels plus contraignants du constructeur.

I.4.2. Définition des critères de colmatage

Il est possible, comme dans tout système utilisant une biomasse épuratrice fixée sur un support fin, d'aboutir à un colmatage du massif filtrant. Dans le cas où il se produirait un colmatage des filtres à zéolite, il convient de le noter dans l'historique de fonctionnement de la station en plus des informations sur la qualité du rejet. Plusieurs types de colmatages peuvent avoir lieu :

Colmatage du système d'alimentation. Ce colmatage est caractérisé par une mise en charge du réseau d'alimentation des filtres à zéolite consécutive à une obturation des orifices du réseau de distribution et/ou un défaut de nettoyage de ces derniers. Après nettoyage des tuyaux de distribution, la station doit retrouver son fonctionnement normal.

Colmatage par accumulation de matière organique et/ou de biomasse au sein du massif filtrant. Ce colmatage est caractérisé par la présence plus ou moins importante d'une accumulation d'effluent au sein du massif filtrant pouvant conduire à un affleurement d'effluent à la surface des filtres et une mise en charge des filtres. Dans les cas les plus extrêmes, le colmatage du massif peut conduire à un débordement des effluents. On différencie deux types de colmatage en fonction de la gravité des "symptômes" :

- Colmatage partiel du filtre.

Le massif filtrant est en partie colmaté et malgré la présence plus ou moins haute d'une nappe d'effluent au sein du filtre à zéolite, l'effluent continue à percoler au travers du massif filtrant avec une vitesse de percolation réduite.

- Colmatage total du filtre

Le massif filtrant est totalement colmaté et l'effluent ne percole plus au travers du massif filtrant ou très difficilement, la vitesse d'infiltration est quasi nulle et l'effluent affleure en surface de filtre et parfois, le filtre déborde.

Ces deux derniers types de colmatage sont symptomatiques d'un dysfonctionnement du massif filtrant.

Cette donnée qualitative de colmatage est répertoriée dans l'historique de fonctionnement de la STEP selon 3 mentions : "absence de mention sur le colmatage", "colmatage partiel" et "colmatage" correspondant aux 3 situations décrites plus haut.

I.4.3. Classement des STEP selon 4 catégories

En tenant compte à la fois de la qualité du rejet (et de sa conformité vis à vis des objectifs attendus) et du degré de colmatage de l'ouvrage, les STEP sont classées selon 4 catégories :

- Groupe 1 : Bon fonctionnement
- Groupe 2 : Dysfonctionnement
- Groupe 3 : Fonctionnement non optimal
- Groupe 4 : Fonctionnement non défini

Bon fonctionnement :

1. L'historique de fonctionnement de la station montre des rejets conformes aux objectifs de qualité. Certaines analyses peuvent montrer des dépassements occasionnels des seuils mais aucune évolution vers un dépassement régulier n'est observée.
2. Concernant l'état du massif filtrant, celui-ci ne présente pas de signe récurrent de colmatage.

Les STEP répondant simultanément aux points 1 **ET** 2 entrent dans cette catégorie

Dysfonctionnement :

1. Certaines analyses peuvent montrer des conformités ponctuelles de la qualité du rejet mais l'évolution sur le long terme montre des rejets dépassant les objectifs de qualité de manière récurrente, voire continue.
2. Concernant l'état du massif filtrant, celui-ci présente régulièrement voire constamment des signes de colmatage.

Les STEP répondant au point 1 **ET/OU** au point 2 entrent dans cette catégorie

Fonctionnement non optimal : l'historique de fonctionnement de la STEP montre une alternance régulière de rejets conformes et non conformes aux objectifs de qualité. Le massif filtrant peut montrer des signes occasionnels de colmatage mais ils ne sont pas chroniques. Ces caractéristiques ne permettent pas de conclure ni à un bon fonctionnement ou ni à un dysfonctionnement de la STEP d'où leur classification au sein de ce groupe.

Fonctionnement non défini : le fonctionnement de la STEP ne peut pas être caractérisé car on ne dispose pas d'un nombre suffisant de caractérisations du rejet pour pouvoir conclure sur la qualité générale du rejet au cours du temps. C'est le cas si les débits, trop faibles en sortie générale au moment des visites ne permettaient pas de réaliser un prélèvement, ou si les informations n'ont pas été renseignées par les SATESE.

II. État des lieux de la filière et de son fonctionnement

II.1. Résultats de l'enquête

Suite à l'envoi des questionnaires à 99 SATESE ou à leurs homologues, 81 ont répondu à notre sollicitation soit un taux de réponse de plus de 80 %. Parmi les 81 départements qui ont répondu, 29 disposent de STEP "filtre à zéolite"; le recensement a comptabilisé 175 STEP implantées sur le territoire national.

Tableau 4 : résultats de l'enquête de recensement auprès des SATESE

Nombre de départements sollicités	Nombre de réponses	Taux de retour	Nombre de STEP recensées	Nombre de départements SANS STEP "filtre à zéolite"	Nombre de départements AVEC STEP "filtre à zéolite"
99	81	82%	175	52	29

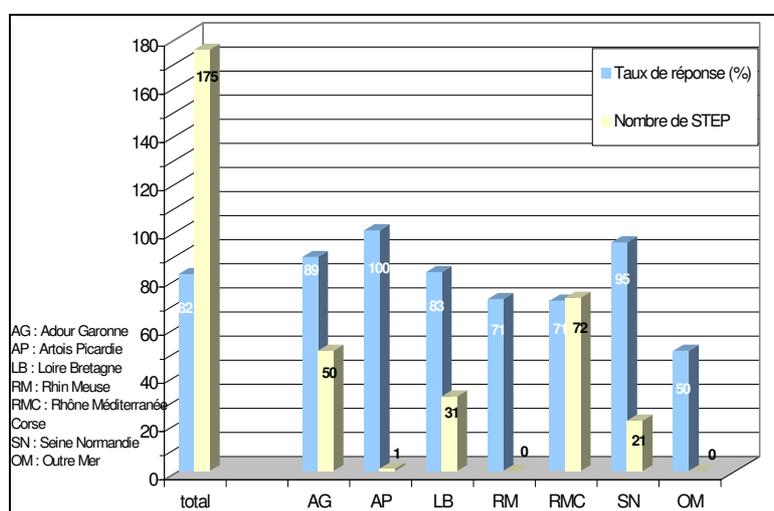


Figure 1 : retour d'informations présenté par bassins

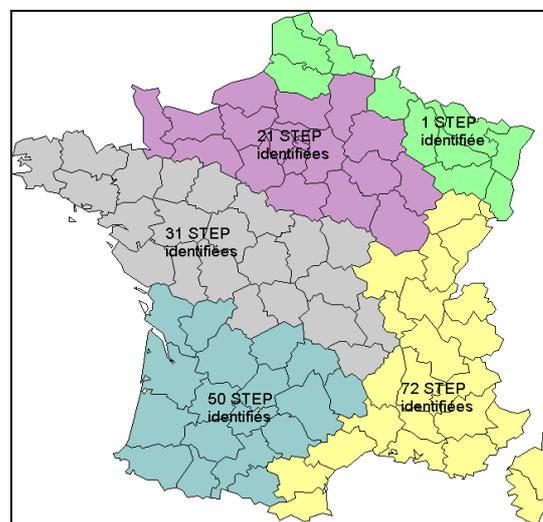


Figure 2 : implantation des filtres

D'après la figure 1, une certaine homogénéité du taux de réponse par bassin est observée, l'agence Artois Picardie est la seule dont le taux de réponse est de 100%, explicable par le nombre restreint de départements composant cette agence (3 départements).

Les agences RMC et AG recensent plus de la moitié des STEP avec respectivement 72 et 50 STEP sur les 175 répertoriées, en troisième position arrive l'agence Loire Bretagne (31 STEP) puis Seine Normandie (21 STEP). L'agence de l'eau Rhin Meuse ainsi que les départements et collectivités d'Outre Mer (OM) ne disposent d'aucune STEP implantée sur leur territoire, l'agence de l'eau Artois Picardie n'en possède qu'une seule. La figure 2 fournit une répartition géographique sommaire.

II.2. Historique du développement

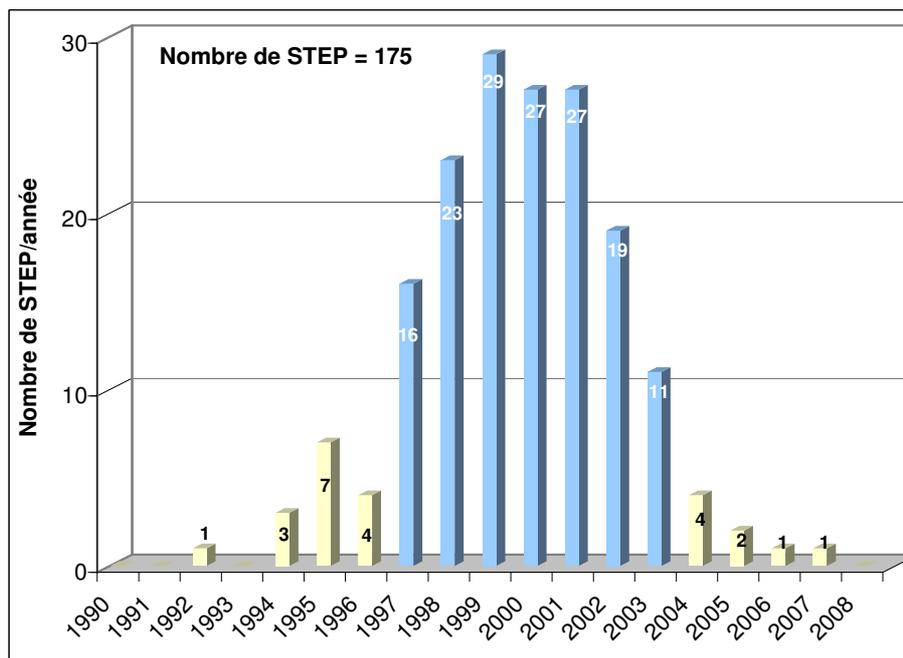


Figure 3 : évolution de la mise en service des STEP de 1990 à 2008

Les premiers ouvrages datent du début des années 1990. La période de forte implantation de cette filière est comprise entre 1997 et 2003. De 1999 à 2001, le développement est maximal, avec près de 30 STEP par année, l'implantation tombe ensuite et n'atteint plus qu'une à deux unités par an à partir de 2005. D'après la figure 3, l'installation de STEP "filtre à zéolite" a duré quinze ans, le développement semblant être désormais très restreint voire terminé.

II.3. Nature de la maîtrise d'œuvre

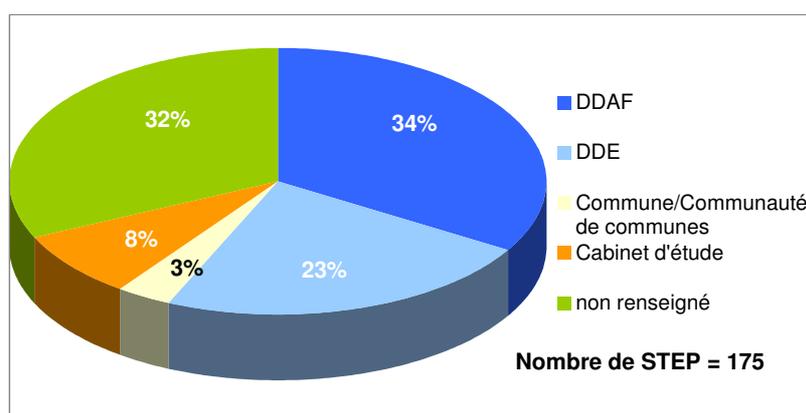


Figure 4 : maîtrises d'œuvre

La figure 4 montre qu'au moins 50% de la maîtrise d'œuvre a été réalisée par des organismes publics, la DDAF pour plus de 30% et la DDE pour plus de 20%. Pour un peu moins de 10%, la maîtrise d'œuvre a été réalisée par des Cabinets d'étude. Notons la part importante d'informations manquantes (32%).

II.4. Capacité des ouvrages

D'après les informations recueillies, la filière "filtre à zéolite" a été implantée pour des STEP de 10 à 510 EH. La moyenne est d'environ 120 EH et 90% des STEP sont comprises entre 20 et 340 EH.

La capacité cumulée des ouvrages recensés concerne une population totale légèrement supérieure à 20 000EH (exactement 20 836) EH.

Tableau 5 : capacité nominale des STEP

Moyenne	120 EH
Médiane	90 EH
Écart-type	99,4
Mini	10 EH
Maxi	510 EH
Effectif	173

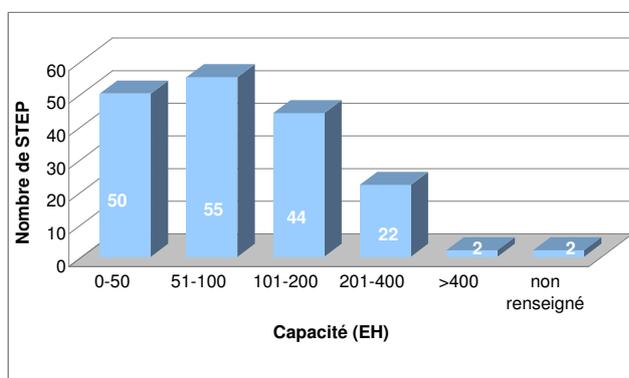


Figure 5 : nombre de STEP par classes de capacité nominale (EH)

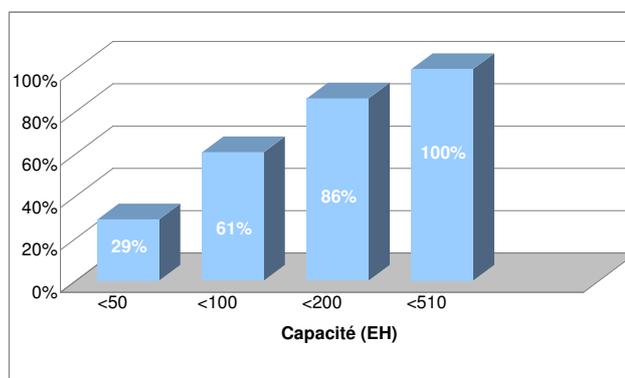


Figure 6 : fréquence cumulée de STEP en fonction de capacité nominale (EH)

Les figures 5 et 6 montrent la répartition des STEP en fonction de classes de capacité nominale. Les 2 classes 0-50 EH et 51-100 EH sont les mieux représentées avec respectivement 50 et 55 STEP, la classe 101-200 EH est composée de 44 STEP. Les stations dont la taille dépasse 200 EH, sont peu nombreuses (24 STEP). D'après la figure 5, 2/3 des STEP ont une taille comprise entre 0 et 100 EH et près de 90% des STEP ont une taille inférieure à 200EH. Ces observations confirment le fait que cette filière soit principalement appliquée aux collectivités de petite taille.

II.5. Caractéristiques amont de la filière

II.5.1. Nature du réseau

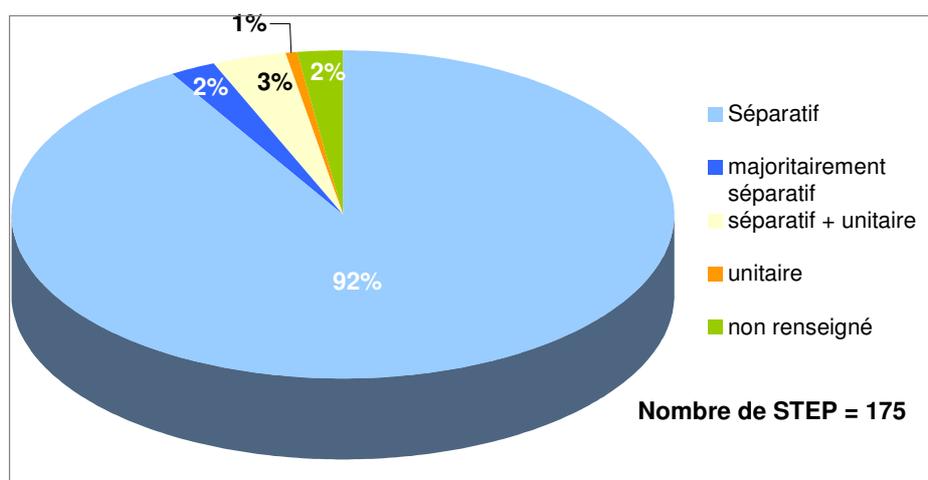


Figure 7 : nature du réseau

Le réseau, mentionné dans la phase projet est majoritairement de type séparatif (90%). Seulement 6 % des STEP sont prévues à l'aval de réseaux autres que totalement séparatifs.

II.5.2. Nature de l'alimentation générale de la station

Sur les 139 STEP disposant de l'information, 75% sont alimentées de façon gravitaire, le reste étant équipé de pompes de refoulement.

Dans plus de 20% des cas, on ne dispose pas de cette information. Ce taux relativement important s'explique par la complexité des situations intermédiaires où le poste se trouve à une distance non négligeable de la station, sans pour autant pouvoir qualifier de gravitaire la circulation des eaux à l'entrée de la STEP.

Tableau 6 : caractéristiques de l'alimentation générale des STEP et capacité nominale des STEP

		Gravitaire	Refoulement	Non renseigné
Taille des STEP en EH	Effectif	104	35	36
	Moyenne	100	184	116
	Médiane	78	150	100
	Écart-type	83	125	89
	Variance	6955	15729	7987
	Mini	10	50	13
	Maxi	510	500	350

D'après le tableau 6, l'alimentation par refoulement concerne des STEP d'une capacité plus importante que l'alimentation gravitaire comme en témoignent les capacités moyennes respectivement de 180 et 100 EH et les médianes à 145 et 80 EH.

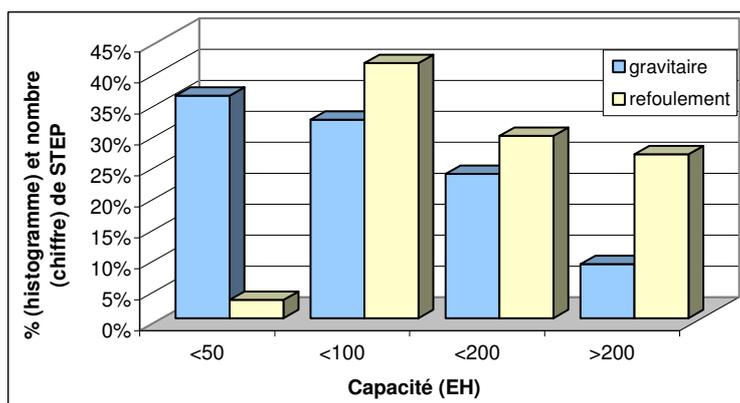


Figure 8 : alimentation générale (gravitaire ou refoulement) en fonction des classes de capacités nominales

La figure 7 confirme les observations précédentes : pour des classes de taille plus importante, le nombre de STEP équipés de poste de refoulement est proportionnellement plus importante que celles alimentées gravitairement.

II.5.3. Nature des effluents à traiter

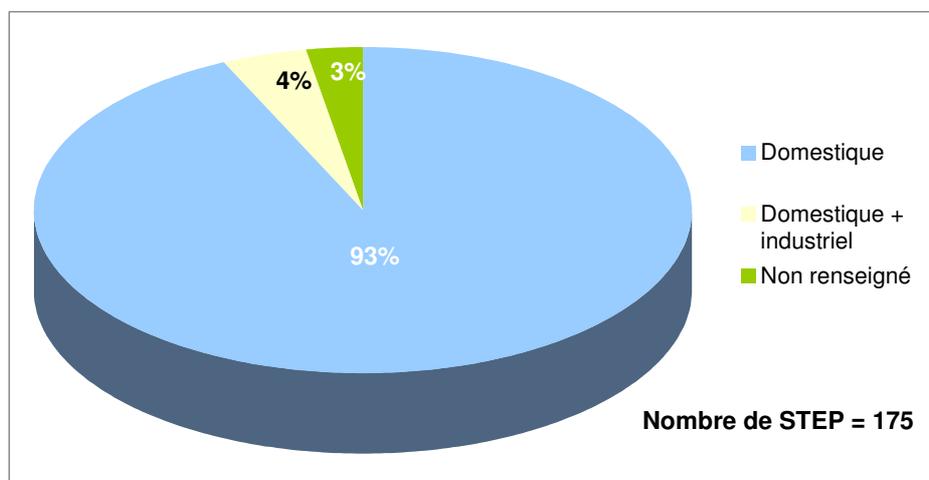


Figure 9 : type d'effluent à traiter

Au stade projet, la filière de traitement "filtre à zéolite" est principalement destinée à traiter des effluents domestiques. Sur les 175 STEP recensées, 4% seulement sont destinées à recevoir un effluent mixte constitué de rejets domestiques et industriels, certains ouvrages traiteraient des effluents d'activités agro-alimentaires.

II.6. Constructeurs et description de la filière

II.6.1. Constructeur

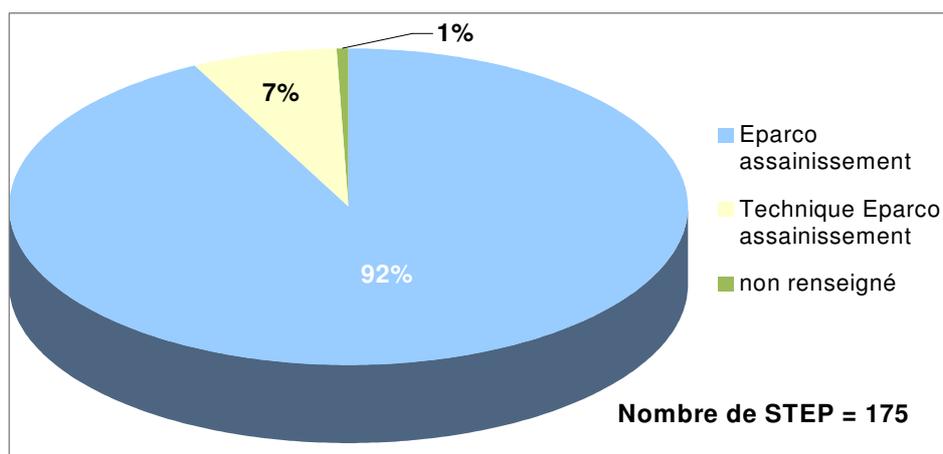


Figure 10 : constructeurs

Le principal constructeur de filtre à zéolite est la société Eparco Assainissement puisqu'elle a réalisé plus de 90% des ouvrages. Le reste des installations a été réalisé par des sociétés habilitées à réaliser des filtres à zéolite par la société Eparco Assainissement.

Les STEP "filtre à zéolite" sont toutes de conception équivalente, organisée selon le synoptique reproduit figure 10. Le traitement complémentaire par un filtre à sable est optionnel.

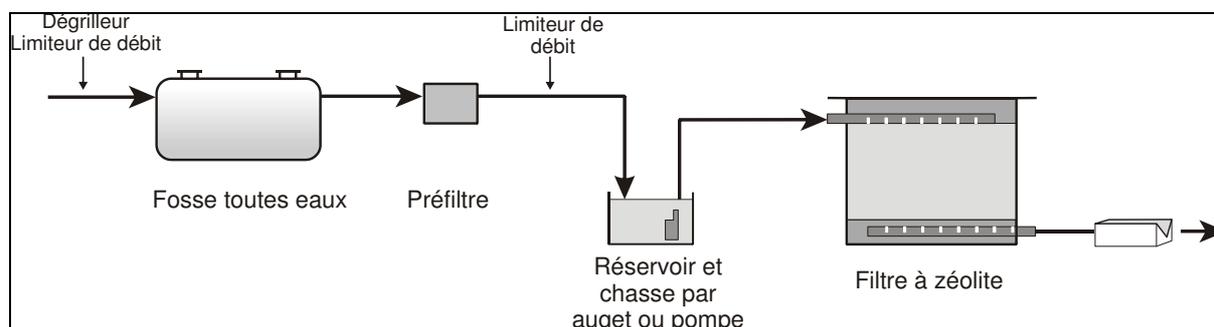


Figure 11 : synoptique de la filière classique "filtre à zéolite"

Le plus fréquemment, la STEP est constituée de la seule chaîne décrite figure 11. Néanmoins, les grandes installations peuvent être constituées de 2 (ou 3) chaînes de traitement, totalement identiques, fonctionnant en parallèle dès l'aval du dégrillage. Un ouvrage supplémentaire, situé à l'aval immédiat du dégrillage, assure la répartition des eaux à traiter vers ces 2 (ou 3) chaînes de traitement identiques.

La filière-type de traitement est constituée, au fil de l'eau, de l'amont vers l'aval, de :

- *un dégrillage*

Sa fonction principale est de retenir les éléments grossiers afin de protéger les organes à l'aval des risques d'obstruction. L'installation de cet ouvrage est fréquente mais non systématique du fait de la rétention des éléments grossiers par la fosse toutes eaux directement à l'aval. En absence de dégrillage, les boues contenant des macro-déchets (plastiques,..) ne peuvent pas être épandues sur terres agricoles et doivent être évacuées comme les matières de vidange.

- *un limiteur de débit*

Sa fonction consiste à limiter les débits entrants dans la fosse toutes eaux, les eaux excédentaires étant envoyées dans le milieu naturel sans traitement. L'installation de cet ouvrage est fréquente mais non systématique.

- *une fosse toutes eaux*

La fosse toutes eaux assure un traitement préliminaire des eaux usées à l'aide de 2 fonctions :

- fonction physique par rétention physique des matières solides à l'aide d'une séparation gravitaire des particules solides entre flottation (formation d'un chapeau de graisses) et sédimentation (formation d'un lit de boues)
- fonction biologique par liquéfaction des matières solides retenues en digestion anaérobie

- *un préfiltre*

Sa fonction consiste à piéger un éventuel relargage des matières suite à un incident de fonctionnement de la fosse toutes eaux. Le préfiltre protège ainsi les filtres d'un apport éventuellement massif de MES, pouvant contribuer à leur colmatage.

- *un deuxième limiteur de débit*

Sa fonction consiste à limiter les débits entrants dans la fosse toutes eaux, les eaux excédentaires étant envoyées dans le milieu naturel sans traitement supplémentaire. L'installation de cet ouvrage est fréquente mais non systématique.

- *un ouvrage réservoir muni d'un dispositif d'évacuation séquentiel*

La fonction de cet ouvrage et des organes associés est de répartir la charge polluante, afin de tirer parti de la plus grande partie de la surface du filtre. C'est pourquoi l'eau est d'abord stockée puis évacuée à fort débit au moyen d'auget ou de pompes dans les canalisations enterrées du filtre.

- *un filtre garni de zéolite*

Il est le siège de l'épuration ; le principe repose sur une filtration lente, au sein d'un milieu granulaire fin qui joue le rôle de filtre physique et de support de biofilms, l'épuration a lieu au contact de ce biofilm en présence d'oxygène. Une partie de l'air est apportée par le drain d'évacuation maintenu à la pression atmosphérique par les cheminées d'aération (photo 1).

Pour accroître l'aération du massif de zéolite, le filtre peut être équipé de ces dispositifs :

- extracteurs d'air statique (photo n°2) : ils sont reliés aux drains de récupération des eaux traitées. La différence de hauteur entre les cheminées d'aération et cet extracteur génère une circulation d'air forcée dans le drain auxquels ils sont connectés.
- puits d'aération : ces puits (photo n°3) sont installés au sein même du massif. Ils sont constitués d'une canalisation de grand diamètre, percée d'orifices de faible ouverture.



Photo 1 : cheminée d'aération



Photo 2 : extracteur statique



Photo 3 : puits d'aération

Par la suite, tous ces éléments constitutifs sont décrits selon les résultats de l'enquête.

II.6.2. Limiteurs de débit

Certaines stations ont été équipées de limiteur de débit en amont de FTE et/ou en amont des filtres à zéolite (FZ).

Tableau 7 : effectif des STEP équipées ou non d'un ou 2 limiteurs de débit

	Présence de limiteur de débit			aucun	non renseigné
	amont FTE	amont FZ	amont FTE + amont FZ		
Effectif (STEP)	22 (12,5%)	7 (4%)	58 (33%)	43 (24,5%)	45 (26%)

En ne tenant pas compte des STEP sur lesquelles les informations sont manquantes :

- 64% des STEP possèdent un limiteur de débits installés en amont de FTE, dont 10% ont été rajouté après la mise en service de la STEP.
- 52% des STEP sont équipées de limiteur en amont des filtres à zéolite, 11% d'entre eux ont été rajoutés après la mise en service de la STEP.

Tableau 8 : limiteurs de débit et capacité nominale des STEP

		Limiteur de Q amont FTE				Limiteur de Q amont FZ			
		aucun	présent		non renseigné	aucun	présent		non renseigné
			d'origine	rajouté			d'origine	rajouté	
Taille des STEP en EH	Moyenne	123	129	119	106	133	115	108	115
	Médiane	84	100	90	75	95	98	85	75
	Ecart-type	105	107	76	90	118	87	62	97
	Mini	10	16	40	13	10	18	50	13
	Maxi	500	510	300	400	510	400	260	400
	Effectif	45	67	13	50	58	51	14	52

Les STEP disposant ou non de limiteurs de débits en amont de FTE ont des tailles moyennes comprises entre 120 et 130EH, et celles disposant ou non de limiteurs de débits en amont des filtres à zéolite ont des tailles moyennes comprises entre 110 et 130EH.

L'analyse des moyennes des tailles des 3 groupes différenciant la présence (d'origine ou rajouté) ou l'absence de limiteurs de débit, soit en amont de fosse toutes eaux, soit en amont des filtres montre l'indépendance du paramètre "taille" vis à vis de ces équipements. En effet, l'utilisation du test de Kruskal-Wallis (distribution non normale des échantillons et 3 groupes à tester cf. Annexe 2) n'a montré aucune différences significatives sur la taille des STEP en fonction de la présence ou non de limiteurs de débits en amont de FTE ($p(H_1/H_0) = 0,94$) ou en amont de filtres à zéolite ($p(H_1/H_0) = 0,92$).

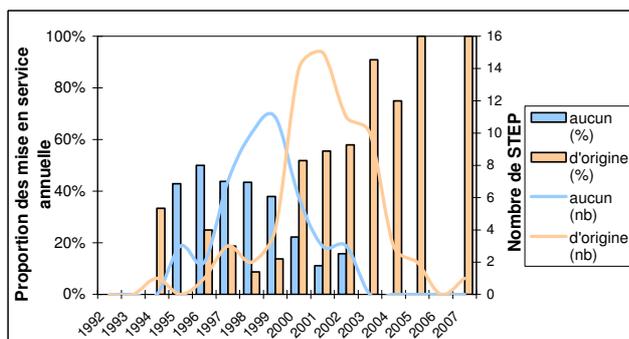


Figure 12 : évolution de l'installation de limiteurs de débit en amont de la FTE en fonction de la date de mise en service des STEP

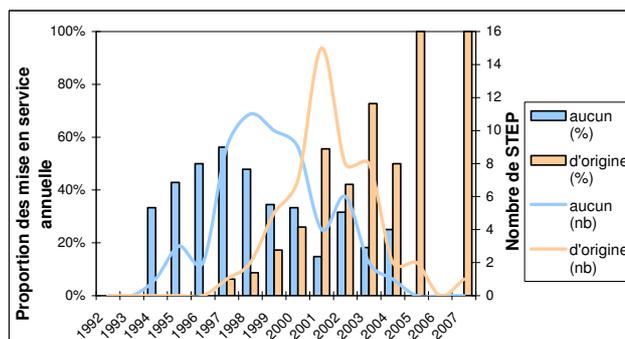


Figure 13 : évolution de l'installation de limiteurs de débit en amont des filtres en fonction de la date de mise en service des STEP

Les figures 12 et 13 montrent, au cours du temps, l'évolution de l'installation des limiteurs de débits. Jusqu'à dans les années 1998-1999, les STEP étaient principalement réalisées sans limiteur de débit, que ce soit en amont de la FTE ou en amont des filtres à zéolite. À partir des années 2000, la tendance s'inverse et les 2 limiteurs de débit font alors totalement partie intégrante de la STEP.

II.6.3. Fosse Toutes Eaux

La majeure partie des STEP est équipée d'une seule FTE, mais dans une vingtaine de cas, plusieurs fosses en parallèle sont installées.

Tableau 9 : nombre de Fosses Toutes Eaux et capacité nominale des STEP

		Toutes STEP	1 FTE	2-3 FTE en parallèle	non renseigné
Taille des STEP en EH	Effectif	175	141	23	11
	Moyenne	120	91	315	87
	Médiane	90	80	300	50
	Écart-type	99	57	92	84
	Variance	9881	3226	8462	6983
	Mini	10	10	180	24
	Maxi	510	300	510	300

Les STEP disposant d'une seule FTE sont de petite taille (médiane à 80 EH, minimum à 10 EH), toutefois, 2 de ces STEP ont une de taille supérieure à 200 EH.

L'installation de plusieurs FTE est généralement réservée à des STEP de taille plus importante (médiane à 300 EH, minimum à 180 EH). Les FTE sont alors implantées en parallèle.

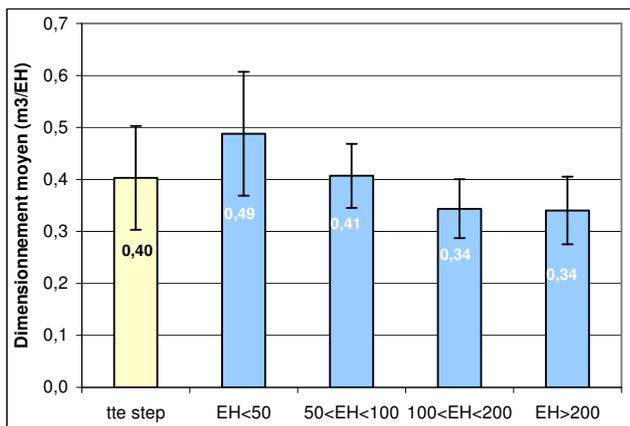


Figure 14 : volume moyen des FTE (m³/EH) par classes de capacité nominale

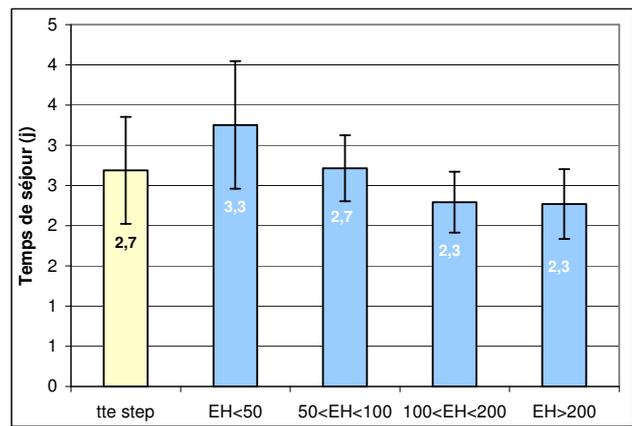


Figure 15 : temps de séjour théorique moyen (j) par classes de capacité nominale

Les figures 14 et 15 représentent, par classes de taille exprimée en EH, les histogrammes des tailles moyennes des FTE définies par leur volume moyen en m³/EH ou leur temps de séjour moyen en j. Le trait supérieur visualise l'intervalle de confiance à 68% c'est à dire la moyenne à laquelle on ajoute ou retranche un écart type, sous l'hypothèse d'une distribution gaussienne.

D'après les figures 14 et 15, le dimensionnement moyen des FTE est de 0,4 m³/EH ce qui correspond à un temps de séjour de 2,7 j. En séparant les STEP en 4 classes de capacité, la figure 13 montre une légère diminution du dimensionnement avec l'augmentation de la taille de la STEP, Le dimensionnement passe progressivement de 0,49 m³/EH pour les STEP de taille inférieure à 50 EH à 0,33 m³/EH pour les STEP supérieures à 200 EH. Concernant le temps de séjour, il passe progressivement de 3,3 à 2,2 j pour ces mêmes classes. Afin de confirmer ces observations, des tests statistiques ont été réalisés pour comparer les dimensionnements de FTE entre les différentes classes de capacité.

Tableau 10 : comparaison des dimensionnements de FTE et du temps de séjour en fonction de la taille des STEP

	STEP≤50EH	50EH<STEP≤100EH	100EH<STEP≤200EH	STEP>200EH
Normalité	OUI	OUI	NON	OUI
p(H ₁ /H ₀)	0,43	0,066	0,017	0,10
Test	Test de Kruskal-Wallis			
	suivi d'un test de comparaisons multiples (test de Tukey)			
Résultats du test	Différences significatives entre les 4 classes de tailles de STEP			
	p(H ₁ /H ₀) = 1,5 10 ⁻¹⁴			
Test de comparaisons multiples	STEP≤50EH	1	-	-
	50EH<STEP≤100EH	Différences significatives	1	-
	p(H ₁ /H ₀)	1,1 10 ⁻³		
	100EH<STEP≤200EH	Différences significatives	Différences significatives	1
p(H ₁ /H ₀)	<10 ⁻⁶	<10 ⁻⁶		
STEP>200EH	Différences significatives	Différences significatives	Différences NON significatives	1
p(H ₁ /H ₀)	<10 ⁻⁶	9,4 10 ⁻⁶	>0,99	

Les tests statistiques confirment les tendances visuelles de l'analyse des figures 14 et 15, notamment la diminution significative du temps de séjour avec l'augmentation, jusqu'à 200 EH, de la capacité de la STEP. La comparaison des deux classes de STEP : capacité comprise entre 100 et

200 EH et celle supérieure à 200EH, n'a pas montré de différences significatives, les temps de séjour moyens pour ces capacités de STEP étant respectivement de 2,2 et 2,3 jours.

II.6.4. Préfiltre

La majorité des STEP sont équipées de préfiltre à pouzzolane dimensionné à 3 m³, les 4 STEP ne disposant pas de préfiltre ou équipées d'une crépine ont des tailles inférieures à 20 EH.

Tableau 11 : caractéristiques des préfiltres

	préfiltre			à crépine	aucun préfiltre	non renseigné
	à pouzzolane					
	< 3 m ³	3 m ³	> 3 m ³			
Effectif	1 de 2,7 m ³	144	1 de 4 m ³	1	3	25

II.6.5. Bâchées d'alimentation des filtres

Les STEP sont principalement équipées d'augets basculants pour effectuer l'alimentation des filtres à zéolite.

Tableau 12 : dispositif d'alimentation par bâchées et capacité nominale des STEP

	auget basculant	pompe	absence	non renseigné
	Effectif	140	15	2
Moyenne	120,3	218,6	11,5	83
Médiane	100	160	11,5	50
Écart-type	94	246	2,1	88
Variance	8916	60635	4,5	7721
Mini	13	60	10	16
Maxi	510	1000	13	300

15 STEP de tailles supérieures à 60 EH sont équipées de pompes de refoulement en aval des préfiltres pour alimenter les filtres à zéolite. La comparaison des moyennes de capacité en EH des 2 groupes principaux montre que les pompes sont davantage utilisées pour les capacités supérieures, les valeurs des variances suffisamment différentes ne permettent pas de conclure fermement, même si les médianes et la valeur maximale confortent cette tendance.

Le volume unitaire des bâchées est compris entre 80 L, pour les STEP inférieures à 50 EH, à 255 L pour celles supérieures à 100 EH. Il est à noter que les STEP appartenant à cette dernière catégorie sont équipées de 2 ou 3 augets basculants, consécutifs à autant de FTE fonctionnant parallèle.

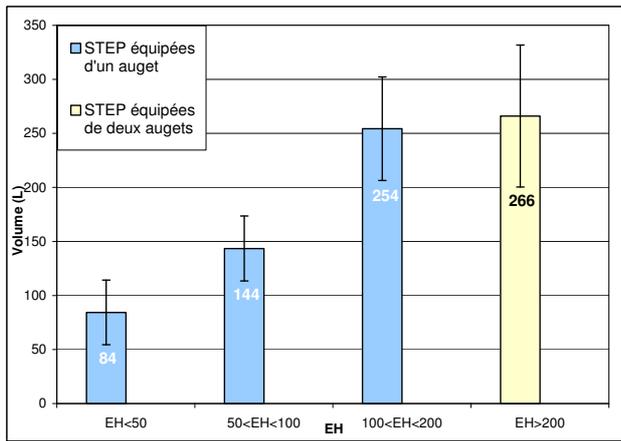


Figure 16 : volume moyen des augets (m³) par classes de capacité nominale

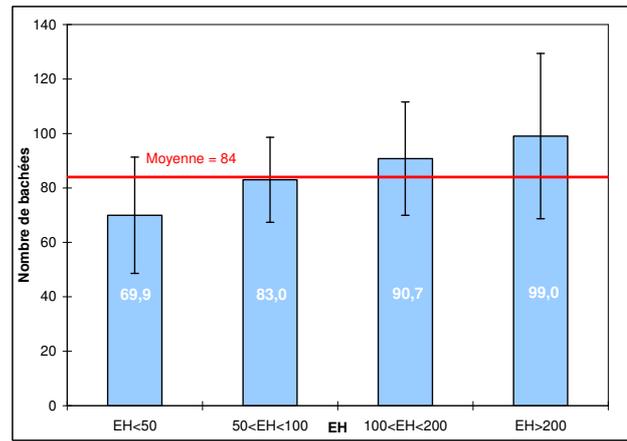


Figure 17 : nombre journalier moyen de bâchées par classes de capacité nominale

Le nombre moyen de bâchées par jour est de 84 avec des variations comprises entre 70 et 100 bâchées suivant les classes de capacité. On note une tendance à la croissance du nombre journalier de bâchées avec la taille de la STEP.

Pour les plus gros ouvrages, le nombre journalier est d'une centaine soit une moyenne horaire supérieure à 4 basculements.

$$Q_{\text{pointe}} = \frac{3}{24} Q_{\text{moyenhoraire}}$$

En période de pointe journalière, en utilisant la relation classique ci-dessus liant le débit de pointe au débit moyen horaire, la fréquence de basculement est dense puisque l'alimentation a lieu toutes les 5 minutes.

II.6.6. Filtre à zéolite

Le dimensionnement des filtres à zéolite selon le constructeur est de 0,6m²/EH. A partir des informations collectées, le dimensionnement effectif des STEP est vérifié à partir de la capacité nominale de la station en EH. Cette vérification permet de confirmer le calcul du dimensionnement nominal à partir du produit surface du filtre à zéolite x 0,6 m²/EH.

Tableau 13 : surfaces des filtres à zéolite (dimensionnement nominal)

	Dimensionnement (m ² /EH)
Moyenne	0,60
Médiane	0,60
Écart-type	0,06
Variance	0,003
Mini	0,28
Maxi	0,90
Centile 5%	0,53
Centile 95%	0,61
Effectif (STEP)	113

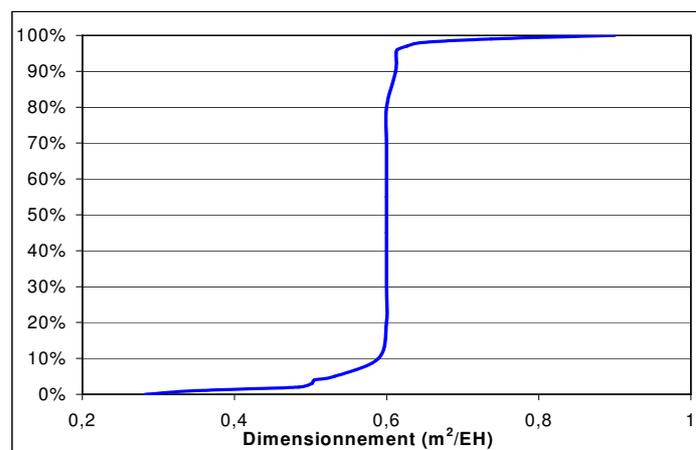


Figure 18 : distribution des surfaces des filtres à zéolite (dimensionnement nominal)

Parmi les 175 STEP recensées, 113 ont été utilisées pour caractériser le dimensionnement des filtres à zéolite, les autres ne disposant pas des informations concernant la surface des filtres ou la valeur de la capacité nominale (capacité de pointe renseignée).

Le tableau 13 et la figure 18 montrent une correspondance entre le dimensionnement général annoncé par le constructeur et le dimensionnement réel des STEP. En effet, 90% des filtres à zéolite ont un dimensionnement compris entre 0,53 et 0,61 m²/EH et 69% de ces filtres ont un dimensionnement de 0,6 m²/EH exactement.

A partir des résultats obtenus précédemment sur les bâchées d'alimentation des filtres, le volume unitaire de chaque bâchée ramené à la surface totale de chaque STEP permet de calculer les hauteurs d'eau ainsi apportées. A chaque bâchée, les filtres reçoivent en moyenne 3 L/m² soit une hauteur d'eau moyenne de 3mm. Plus précisément, cette hauteur d'eau varie de 3,6 mm par bâchée pour la classe de capacité "<50EH" et à 2,5 mm/bâchée pour la classe de capacité ">200EH".

Les figures 19 et 20 montrent l'évolution de l'installation d'extracteur d'air sur les drains de récupération d'effluent et de puits d'aération dans le massif filtrant. Ces deux types d'ouvrage ont été mis en œuvre afin de favoriser l'oxygénation du massif filtrant et d'en limiter les risques de colmatage.

Si l'augmentation progressive du nombre d'extracteur d'air est observée, en devenant majoritaire dès les années 1998-2000, il n'en est pas de même avec les puits d'aération. En effet, selon les années, seulement 20 à 40% des filtres sont équipés de puits d'aération dès leur mise en service alors que 30% à 70% n'en sont pas équipés (aucun puit d'aération + installation après la mise en service).

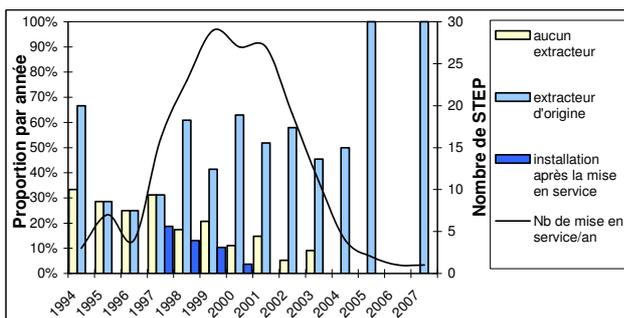


Figure 19 : évolution de l'installation d'extracteurs statiques en fonction de la date de mise en service des STEP

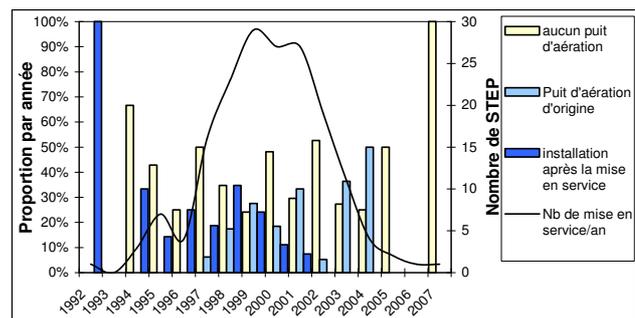


Figure 20 : évolution de l'installation de puits d'aération en fonction de la date de mise en service des STEP

Certains filtres à zéolite ont été équipés de puits d'aération après leur mise en service. Ces modifications concernent environ 30% des STEP non équipées de puits d'aération au moment de leur construction. Les dates exactes auxquelles les modifications ont été réalisées ne sont pas connues à ce stade de l'étude.

Notons que pour certaines années, la somme des 3 critères étudiés est différente de 100% en raison d'un manque d'information sur certaines STEP.

II.7. Seuils de rejet

Les proportions de STEP dont les seuils de rejet sont prévus au niveau "e-NK1" ou au niveau D4 sont à peu près équivalentes pour les paramètres DCO et DBO₅.

Tableau 14 : nombre de STEP pour chaque paramètre des différents seuils de rejet

Paramètres	Effectif (STEP)			
	DCO	DBO ₅	MES	N-NK
e-NK1	55	53	76	51
D4 (ou D4 complété)	65	69	16	22
Tertiaire	12	12	12	12
Non connu	43	41	70	88

Le nombre de STEP disposant de seuils de rejet pour les paramètres MES et N-NK est plus important pour l'objectif de qualité e-NK1 que pour le niveau D4. Ceci s'explique par le fait que le niveau D4 ne mentionnait pas ces paramètres qui pouvaient pourtant être mentionnés dans certains cas particuliers de fragilité du milieu récepteur.

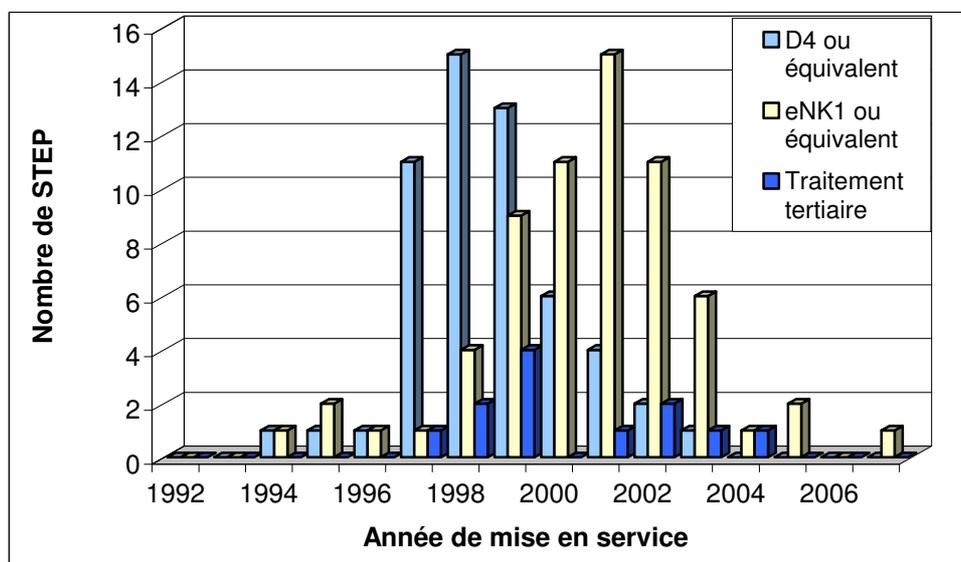


Figure 21 : évolution des seuils de rejet en fonction de la date de mise en service des STEP

La figure 21 montre l'évolution des seuils de rejet en fonction de l'année de mise en service de la STEP. Avant les années 2000, l'"e-NK1" était l'objectif de qualité majoritaire mais à partir de 1998, le nombre de STEP au rejet soumis au niveau D4 augmente et devient majoritaire en 2000. Cette évolution est une conséquence immédiate de la parution de la circulaire du 17 février 1997 définissant le niveau D4 et abrogeant la circulaire précédente.

Une faible proportion de filtres à zéolite (moins de 7%) ont été complétés par des filtres à sable pour obtenir un traitement tertiaire et des rejets dont les seuils de rejet sont fixés à : 50 mg/L pour la DCO, 15 mg/L pour la DBO₅, 20 mg/L pour les MES et 5 mg/L pour le N-NK.

II.8. Mode d'exploitation de la STEP

Les $\frac{3}{4}$ des STEP sont en régie communale directe et 15% sont exploitées par des communautés de communes. Seulement 6% des STEP sont exploitées par des fermiers.

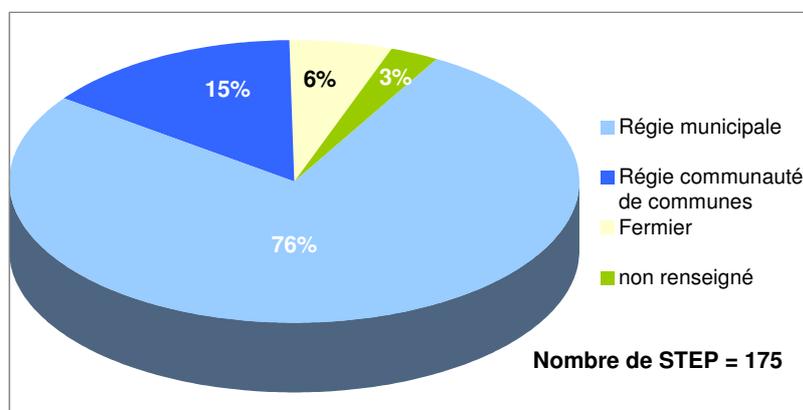


Figure 22 : nature de l'exploitation

Ce fort taux d'exploitation en régie (90%) s'explique par la petite capacité des STEP et surtout par la relative simplicité des tâches d'entretien qui ne demandent pas de compétences techniques particulières.

II.9. Descriptif des mesures à disposition

II.9.1. Prélèvements ponctuels et bilans 24h

Sur les 175 STEP recensées, 152 disposent de prélèvements ponctuels pour un total de 1369 prélèvements soit en moyenne 9 prélèvements par STEP. 23 STEP n'ont jamais fait l'objet d'analyses. Une majorité de STEP dispose de 3 à 11 prélèvements ponctuels et quelques rares STEP ont un nombre de prélèvements ponctuels supérieur à 20.

Tableau 15 : descriptif du jeu de données concernant les prélèvements ponctuels

	Nombre de prélèvements / STEP
Moyenne	9,0
Médiane	8
Écart-type	5,5
Mini	1
Maxi	32
Effectif (STEP)	152
Nombre de prélèvements ponctuels	1369

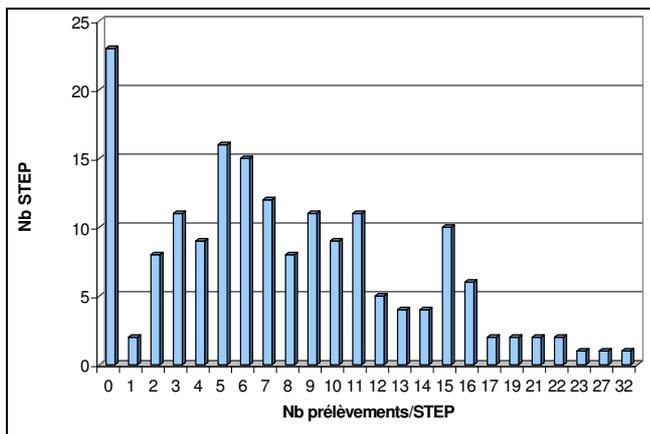


Figure 23 : effectif des STEP en fonction du nombre de prélèvements ponctuels /STEP

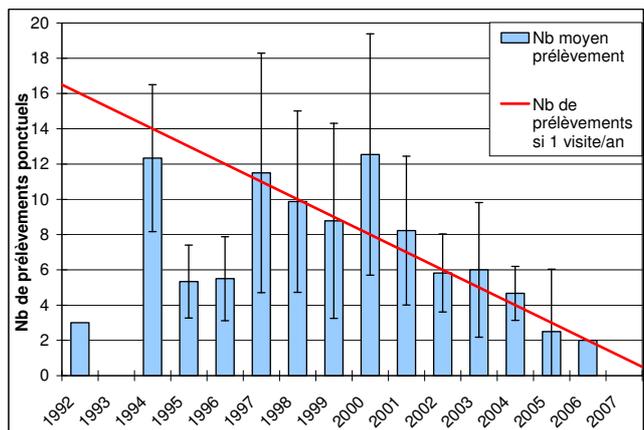


Figure 24 : évolution du nombre moyen total de prélèvements ponctuels /STEP en fonction de la date de mise en service des STEP

En moyenne, un prélèvement ponctuel a été réalisé chaque année sur chaque STEP. Les figures 23 et 24, qui juxtapose la totalité des prélèvements ponctuels /STEP et la fréquence théorique d'un prélèvement annuel², confirme visuellement cette fréquence pour les STEP dont la mise en service est postérieure à 1997; par contre pour les STEP antérieures à cette date, la fréquence de prélèvement chute et devient inférieure à 1/an. Ce déficit en prélèvement ponctuel peut s'expliquer soit par une perte des informations suite à l'ancienneté des analyses, soit par un souci de surveillance accru à partir de 1997.

Seulement 66 STEP disposent de bilan 24h soit 38% de la totalité des stations. Le nombre total de bilan 24h est de 154 ce qui équivaut à une moyenne de 2,3 bilans par STEP, la médiane étant à 1,5.

² La droite en rouge de la figure 24 correspond à la fréquence théorique de 1 prélèvement ponctuel par année

Tableau 16 : descriptif du jeu de données concernant les bilans 24h/STEP

Nombre de bilans24h / STEP	
Moyenne	2,3
Médiane	1,5
Écart-type	2,9
Mini	1
Maxi	22
Effectif (STEP)	66
Nombre de bilans 24h	154

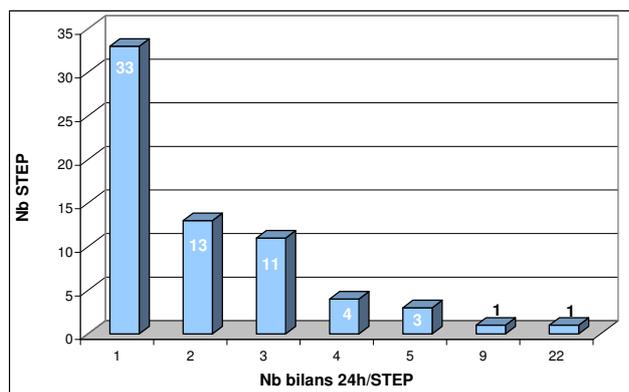


Figure 25 : effectif des STEP en fonction du nombre de bilan 24h /STEP

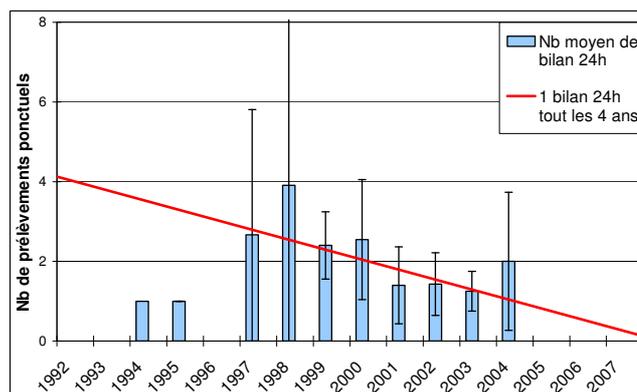


Figure 26 : évolution du nombre moyen total de bilan 24h /STEP en fonction de la date de mise en service des STEP

Sur cet effectif réduit de 66 STEP, exactement la moitié des STEP dispose d'un seul bilan 24h, environ 1/3 des STEP dispose de 2 à 3 bilans 24 h et rares sont les STEP où plus de 5 bilans ont été réalisés. Une STEP a bénéficié d'un suivi exceptionnel constitué de 22 bilans 24h sans aucun prélèvement ponctuel. Le nombre moyen de bilan 24h par STEP en fonction de l'année de mise en service³ suit la même évolution que les prélèvements avec un déficit de bilans 24h pour les STEP antérieures à 1997. L'intervalle moyen entre deux bilans 24h est de 3 à 4 ans contre 1 an pour les prélèvements ponctuels.

D'après le tableau 17, le premier bilan 24h est réalisé en moyenne au bout de 3 ans de mise en service. Néanmoins, l'écart type est relativement important, ainsi l'âge de réalisation du premier bilan 24h varie de 0,1 à 13,4 ans.

Tableau 17 : age moyen du premier bilan 24h réalisé sur les STEP (en an)

Age du premier bilan 24h	
Moyenne	3,2
Médiane	2,8
Écart-type	2,4
Variance	6,0
Mini	0,1
Maxi	13,4
Effectif (STEP)	61

³ La droite en rouge de la figure 26 correspond à la fréquence théorique de 1 bilan 24h tous les 4 ans.

II.9.2. Représentativité des prélèvements ponctuels

On dispose donc d'un nombre important de données liées à des prélèvements ponctuels, en quantité 9 fois plus importante que celles issues des bilans 24h. Il est donc intéressant de tester la représentativité des prélèvements ponctuels vis à vis des bilans 24h.

Le jeu de données est issu de 29 STEP disposant de 2 à 9 bilans 24h et d'au moins un prélèvement ponctuel. Sur les 300 valeurs de paramètres analytiques issues des prélèvements ponctuels, seulement la moitié a été sélectionnée lors du tri détaillé précédemment (*cf.* §I.3.2.) alors que le nombre de valeurs issues des bilans 24h n'a pas été affecté par le tri.

Tableau 18 : jeu de données utilisé pour tester la représentativité des prélèvements ponctuels vs bilan 24h

	Prélèvements Ponctuels				Bilan 24h			
	DCO	DBO ₅	MES	N-NK	DCO	DBO ₅	MES	N-NK
Nombre brut d'analyses	318	314	304	302	89	88	88	87
Nombre d'analyses triées (années n-1, n, n+1)	183	179	175	171	89	88	88	87

A l'issue de ce tri, deux groupes de tailles différentes sont donc créés sur lesquels la moyenne de chaque paramètre analytique est réalisée pour chaque STEP.

Tableau 19 : caractéristiques moyennes des différents paramètres analytiques selon le mode de prélèvement

Valeur moyenne / STEP en mg/L	DCO		DBO ₅		MES		N-NK	
	Ponctuel	24h	Ponctuel	24h	Ponctuel	24h	Ponctuel	24h
Moyenne	112,4	117,8	29,4	30,6	26,9	31,5	38,2	40,4
Médiane	86,6	91,3	19,5	21,4	17,6	26,4	33,3	31,8
Écart-type	63,9	66,2	22,5	24,5	22,9	22,7	19,7	24,0
Variance								
Mini	30,6	38,5	3,0	3,5	3,6	6,0	12,6	5,7
Maxi	265,8	281,3	74,2	100,5	104,8	86,0	80,0	90,2
Effectif (STEP)	29	29	29	29	28	28	28	28

Le tableau 19 résume les valeurs moyennes des différents paramètres analytiques moyennés pour chaque STEP.

Visuellement, les valeurs montrent une certaine homogénéité entre les deux groupes sauf pour les valeurs de MES. Pour ce paramètre MES, on enregistre des valeurs avec les prélèvements ponctuels inférieures de 15% de la moyenne et 34% de la médiane à ceux des bilans 24h.

D'une manière générale, tous les paramètres analytiques issus des prélèvements ponctuels ont des valeurs inférieures à celles issues des bilans 24h. Afin de vérifier s'il existe une différence significative entre les deux groupes pour chaque paramètre, on réalise des tests statistiques entre les paramètres d'un groupe et leurs homologues de l'autre groupe.

Tableau 20 : comparaison des prélèvements ponctuels (pp) et des bilans 24h (b24) par le test de Wilcoxon

	DCO		DBO ₅		MES		N-NK	
	Ponctuel	24h	Ponctuel	24h	Ponctuel	24h	Ponctuel	24h
Normalité p(H ₁ /H ₀)	NON 4,6.10 ⁻⁰³	NON 0,017	NON 3,7.10 ⁻⁰³	NON 1,7.10 ⁻⁰³	OUI 0,23	OUI 0,35	OUI 0,41	OUI 0,26
Variance p(H ₁ /H ₀)	OUI 0,85		OUI 0,66		OUI 0,96		OUI 0,34	
Test	Test de Wilcoxon pour échantillons appariés				Test t pour échantillons appariés			
Résultats des tests	Différence non significative des concentrations en DCO entre les prélèvements ponctuels et les bilans 24h		Différence non significative des concentrations en DBO ₅ entre les prélèvements ponctuels et les bilans 24h		Différence non significative des concentrations en MES entre les prélèvements ponctuels et les bilans 24h		Différence non significative des concentrations en N-NK entre les prélèvements ponctuels et les bilans 24h	
p(H ₁ /H ₀)	0,46		0,62		0,24		0,39	

Malgré des valeurs visuellement plus faibles pour les prélèvements ponctuels, les tests de Wilcoxon ne montrent pas de différences significatives entre les valeurs obtenues par les prélèvements ponctuels et celles obtenues par les bilans 24h.

En conclusion, les prélèvements ponctuels sont donc représentatifs de la qualité du rejet en sortie de STEP et sont maintenus dans la base de données.

II.9.3. Représentativité des relevés de compteur d'auget basculant

Le nombre de bilans 24h ainsi que le nombre de STEP disposant de ces bilans étant restreints, il est intéressant de tester la représentativité des relevés d'augets basculants afin de disposer de données de charges hydrauliques supplémentaires.

Le jeu de données (tableau 21) est issu de 60 STEP disposant d'au moins 1 bilan 24h et d'au moins 1 relevé de compteur.

Tableau 21 : jeu de données (charges hydrauliques) utilisé pour tester la représentativité des compteurs d'augets vs bilan 24h

Charges hydrauliques en m ³ /j		Moyenne	Médiane	Écart-type	Mini	Maxi	Effectif
Données brutes	bilan 24h	65,6	60,0	47,8	10,8	298,8	103
	augets	56,7	54,4	24,2	11,2	130,8	125
Données triées années n-1, n, n+1	bilan 24h	56,9	56,1	27,8	12,2	160,0	46
	augets	57,2	52,0	20,8	20,0	95,0	39

Sur les 103 et 125 données de charges hydrauliques issues respectivement des bilans 24h et des relevés de compteurs, environ 1/3 a été sélectionnée à partir du tri détaillé précédemment (cf. §I.3.3). A l'issue de ce tri, deux groupes de tailles différentes issus de 27 STEP (tableau 22) sont créés sur lesquels la moyenne des valeurs de charge est réalisée pour chaque STEP.

Tableau 22 : charges hydrauliques moyennes / STEP calculées à partir des compteurs d'auget ou des bilans 24h

Charge hydraulique moyenne / STEP en m ³ /j	Augets	Bilans 24h
Moyenne	59,7	61,8
Médiane	53,3	62,5
Écart-type	22,2	26,8
Variance	491	721
Mini	20,0	15,6
Maxi	95,0	160,0
Effectif (STEP)	27	27

Visuellement, les valeurs de charges hydrauliques paraissent homogènes d'un groupe à l'autre. Les variations les plus importantes sont observées sur la médiane et les valeurs maximales qui peuvent être expliquées par la localisation différente des points de mesure. Les augets basculants se situent systématiquement à l'aval du 1^{er} limiteur de débit de la FTE et éventuellement à l'aval du 2^{ème} limiteur de débit (s'il existe). En cas de dépassement du débit fixé par ces limiteurs, les charges hydrauliques renseignées par les augets basculants peuvent être plus faibles que celles renseignées par les bilans 24h si le point de mesure se situe effectivement à l'amont d'un ou plusieurs limiteurs de débit.

Afin de vérifier s'il existe une différence significative entre les deux groupes concernant les données de charges hydrauliques, il convient de comparer statistiquement ces deux groupes. Les tests de normalité n'ont pas conclu à la normalité des données issues des bilans 24h ($p(H_1/H_0) = 2,1 \cdot 10^{-03}$ contre 0,07 pour les augets), par contre les variances sont équivalentes entre les deux groupes ($p(H_1/H_0) = 0,33$).

Etant donné que les valeurs moyennes issues des relevés de compteurs et celles des bilans 24h ne sont pas indépendantes les unes des autres au sein d'une même STEP, il conviendra d'utiliser le test de Wilcoxon pour des échantillons appariés.

Avec une probabilité de $p(H_1/H_0) = 0,73$, le test de Wilcoxon sur les charges hydrauliques moyennées ne montre pas de différences significatives entre les valeurs obtenues par les relevés de compteur d'auget basculant et celles obtenues par les bilans 24h.

En conclusion, les relevés de compteurs d'augets basculants sont représentatifs de la charge hydraulique en entrée de STEP et sont maintenus dans la base de données.

II.10. Qualité de l'effluent à traiter

La filière de traitement "filtres à zéolite" est principalement destinée à traiter des effluents domestiques (cf § II.5.3). Afin de vérifier la qualité des effluents en entrée de STEP, les paramètres DCO, DBO₅, MES et N-NK ont été analysés pour les stations disposant de bilans 24h.

Tableau 23 : concentrations moyennes (en mg/L) et équilibre moyen de l'effluent en entrée de STEP

	DCO	DBO ₅	MES	N-NK	DCO/ DBO ₅	DCO/ MES	DCO/ N-NK
Moyenne	811	332	326	90	2,58	2,67	9,17
Médiane	808	317	320	94	2,41	2,52	8,84
Écart-type	303	126	138	26	1,20	0,75	2,66
Variance	91869	15859	18988	665	1,45	0,56	7,05
Mini	229	62	78	25	1,42	1,05	4,11
Maxi	1785	710	627	140	10,63	5,03	16,53
Nombre de STEP	56	56	56	55	56	56	55
<i>Valeur classique*</i>	<i>800</i>	<i>330</i>	<i>330</i>	<i>65</i>	<i>2,42</i>	<i>2,42</i>	<i>12</i>

* : concentrations calculées à partir des valeurs suivantes

V=150L/hab/j, DCO=120g/hab/j, DBO₅=50g/hab/j, MES=50g/hab/j et N-NK=10g/hab/j

L'analyse de 140 bilans 24h montre que les concentrations moyennes en DCO et N-NK des effluents arrivant sur les STEP sont équivalentes aux valeurs théoriques, 68% des STEP reçoivent des effluents dont la concentration en DCO est comprise entre 500 et 1100 mg/L (écart type de 303) et la concentration en N-NK est comprise entre 74 et 116 mg/L (écart type à 26).

Le tableau 23 montre que 68% des STEP ont des ratios DCO/N-NK compris entre 6,5 et 11,8. L'effluent moyen en entrée de STEP est donc équilibré en azote par rapport à la DCO à traiter.

Concernant les valeurs de DBO₅ et de MES en entrée de STEP, l'analyse des bilans 24h a montré des valeurs moyennes équivalentes aux valeurs théoriques. 95% des STEP reçoivent des effluents dont la concentration en DBO₅ est comprise entre 200 et 460 mg/L (écart type de 126) et la concentration en MES est comprise entre 190 et 460 mg/L (écart type de 138).

Afin de s'assurer que les effluents ne présentent pas de particularités spécifiques, les bilans 24h obtenus lors de cette enquête ont été comparés à ceux obtenus en 2003 lors de l'étude relative à la filière "filtres plantés de roseaux".

Au total, 140 bilans 24h issus de filtres à zéolite et 144 issus de filtres plantés ont été analysés. La comparaison porte uniquement sur les paramètres DCO et DBO₅.

Tableau 24 : comparaison de qualité des effluents à traiter par "filtres à zéolite" et "filtres plantés de roseaux"

	filtres à zéolite			filtres plantés de roseaux		
	DCO mg/L	DBO ₅ mg/L	DCO/DBO ₅	DCO mg/L	DBO ₅ mg/L	DCO/DBO ₅
Moyenne	903,7	369,6	2,54	726,7	330,8	2,56
Médiane	855	360	2,34	614,5	261	2,37
Écart-type	408,9	154,6	0,89	560,1	274,2	0,97
Variance	167176	23886	0,80	313721	75195	0,94
Mini	173	44	1,4	40	6,2	1,1
Maxi	2750	917,6	10,625	3510	1630	7,4
Effectif (bilans 24h)	140	138	138	144	144	141

Le tableau 24 montre des concentrations moyennes en DCO et DBO₅ supérieures pour les filtres à zéolite, tendance confortée par des écarts types plus faibles pour cette même filière. En revanche, les ratios DCO/DBO₅ apparaissent équivalents entre les deux filières (moyennes et écarts types équivalents). Les différences observées en ce qui concerne les moyennes des concentrations en DCO et DBO₅ s'expliquent par un effet dilution des effluents à traiter par l'échantillon de la filière "Filtres plantés de roseaux".

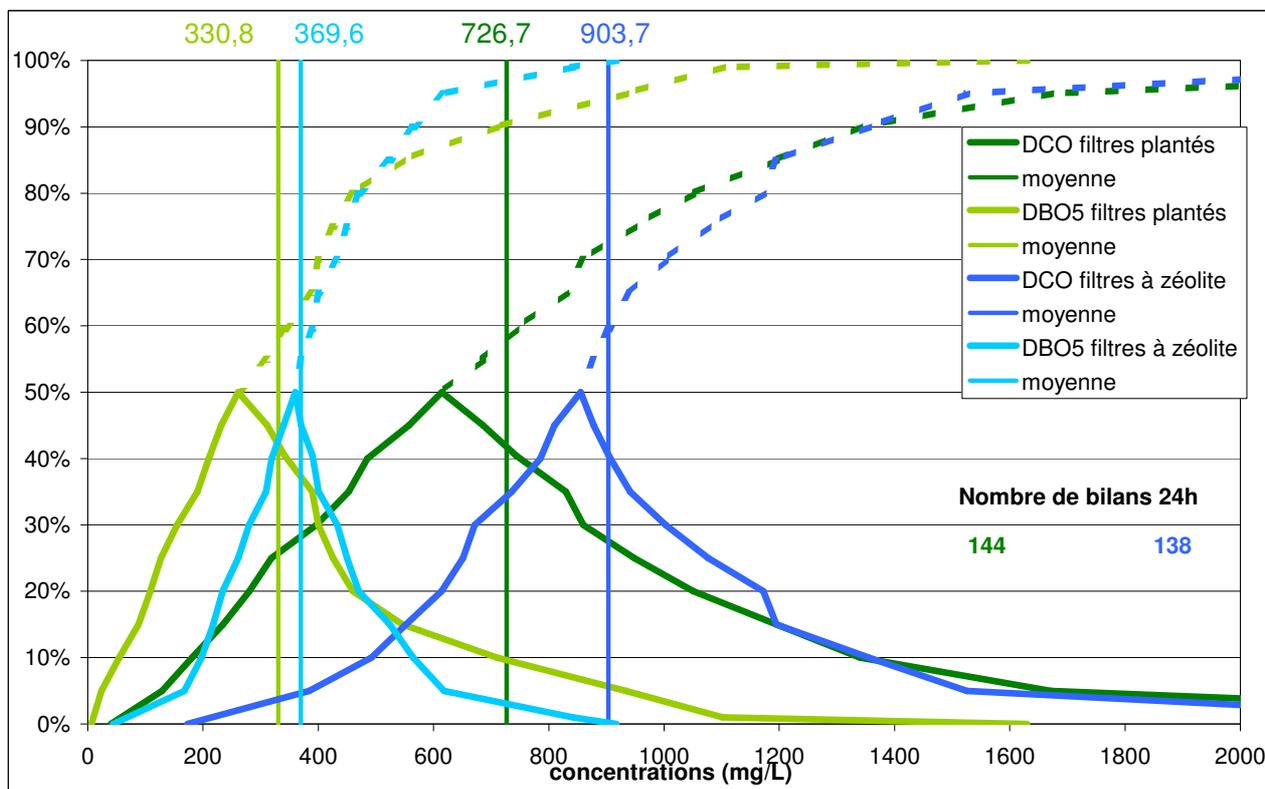


Figure 27 : comparaison des distributions des concentrations en DCO et DBO₅ des effluents à traiter par "filtres à zéolite" et "filtres plantés de roseaux"

L'allure des courbes de la figure 27⁴ met en évidence que les filtres à zéolite, comparés aux filtres plantés de roseaux, reçoivent :

- moins d'effluents faiblement concentrés en DCO et DBO₅,
- moins d'effluents fortement concentrés en DBO₅,
- des proportions équivalentes d'effluents à fortes concentrations en DCO.

Afin de confirmer ces observations, des tests statistiques sur la DCO, la DBO₅ et le ratio DCO/DBO₅ ont été réalisés sur les deux types de STEP.

Les tests statistiques confirment les tendances pressenties lors de la comparaison des moyennes (tableau 24) et des courbes de distribution (figure 27)

⁴ Pour une meilleure lecture de cette courbe, se reporter à l'annexe 3

Tableau 25 : comparaison des effluents à traiter par filtres à zéolite et filtres plantés de roseaux : choix des tests et résultats

	DCO		DBO ₅		DCO/DBO ₅	
	filtre à zéolite	filtres plantés de roseaux	filtre à zéolite	filtres plantés de roseaux	filtre à zéolite	filtres plantés de roseaux
Normalité p(H ₁ /H ₀)	NON 8,4 10 ⁻⁰⁹	NON 5,7 10 ⁻¹¹	NON 8,7 10 ⁻⁰⁴	NON 5,5 10 ⁻¹⁰	NON < 2,2 10 ⁻¹⁶	NON 1,4 10 ⁻¹²
Egalité des variances p(H ₁ /H ₀)	NON 2,2 10 ⁻⁰⁴		NON 5,0 10 ⁻¹¹		OUI 0,34	
Test	Test de Wilcoxon					
Résultats des tests	Différence significative des concentrations en DCO entre les 2 filières		Différence significative des concentrations en DBO ₅ entre les 2 filières		Pas de différence significative des ratios DCO/DBO ₅ entre les 2 filières	
p(H ₁ /H ₀)	5,5.10 ⁻⁰⁶		7,3 10 ⁻⁰⁴		0,82	

Les effluents bruts reçus sur la filière "filtres à zéolite" sont des eaux usées domestiques de composition équivalente à celle définie dans le cadre de l'étude portant sur les filtres plantés de roseaux. Les différences de concentrations observées au niveau des différents paramètres analytiques en entrée de STEP sont réelles, et sont attribuées à un effet de dilution par des eaux claires. La filière "filtre à zéolite" est implantée en aval de réseaux plus séparatifs que la filière "filtres plantés".

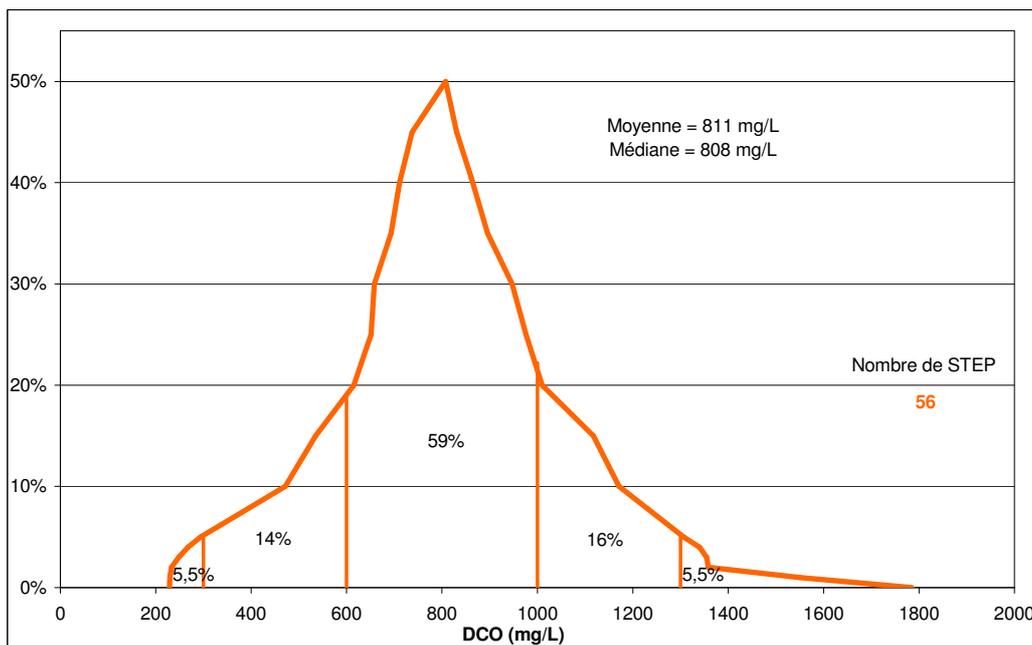


Figure 28 : distribution des STEP en fonction de la concentration moyenne de l'effluent à traiter

Après avoir réalisé les moyennes des concentrations en DCO pour chaque STEP et classé ces STEP en 5 classes de concentrations d'entrée, la figure 28⁵ montre que les classes "fortement dilué"(concentration < 300mg/L) et "fortement concentré" (concentrations > 1300mg/L) représentent chacune 5% des STEP pour un effectif total de 6 stations. Les classes intermédiaires "faiblement dilué" et "faiblement concentré" sont composées respectivement de 8 et 9 STEP soit un total de 30% des stations. Enfin la classe majoritaire, aux concentrations en DCO habituelles, est composée de 33 STEP soit 60% des 56 STEP étudiées.

⁵ Pour une meilleure lecture de cette courbe, se reporter à l'annexe 3

II.11. Taux de charges mesurés

II.11.1. Charges hydrauliques

Sur les 175 STEP recensées, 133 disposent de données de charge hydraulique (512 bilans 24h et/ou relevés d'auget) avec en moyenne de 3 à 4 données par STEP alors que seulement 63 STEP disposent de données obtenues à partir de bilans 24h avec une moyenne de 2 valeurs par STEP.

Tableau 26 : taux de charge hydraulique moyen des STEP (calculé à partir des charges moyennes de chaque STEP).

	Taux de charge hydraulique moyen (%)
Moyenne	60,3
Médiane	53,1
Écart-type	34,8
Variance	1208
Mini	8,8
Maxi	249,4
Effectif (STEP)	133

Le taux de charge hydraulique moyen des STEP est de 60 % et la moitié des STEP ont un taux de charge inférieur à 53%. Les filtres reçoivent en moyenne une lame d'eau d'une hauteur de 15 cm/jour.

II.11.2. Charges organiques

Les charges organiques sont estimées, à l'aide du paramètre DCO uniquement, à partir des éléments recueillis lors des 119 bilans 24h concernant 63 STEP.

Tableau 27 : taux de charge organique moyen des STEP (calculé à partir des charges moyennes de chaque STEP)

	Taux de charge organique moyen (%)
Moyenne	67,1
Médiane	54,8
Écart-type	54,0
Variance	2919
Mini	3,8
Maxi	395,8
Effectif (STEP)	63

Le taux de charge organique moyen est de 67% et la moitié des STEP ont un taux de charge inférieur à 55%.

Tableau 28 : charges organique et hydraulique des STEP

Source	Taux moyen de charge (%)		
	organique	hydraulique	
	<i>bilans 24h</i>	<i>bilans 24h</i>	bilans 24h + augets
Moyenne	67,1	69,1	60,3
Médiane	54,8	60,2	53,1
Écart-type	54,0	47,3	34,8
Variance	2919	2235	1208
Mini	3,8	11,5	8,8
Maxi	395,8	298,8	249,4
Effectif (STEP)	63	58	133
Nombre de données	119	112	512

En comparant les taux de charges hydrauliques et organiques des STEP disposant de bilans 24h, le tableau 28 montre des valeurs moyennes proches avec 69% de taux de charge hydraulique et 67% de taux de charge organique.

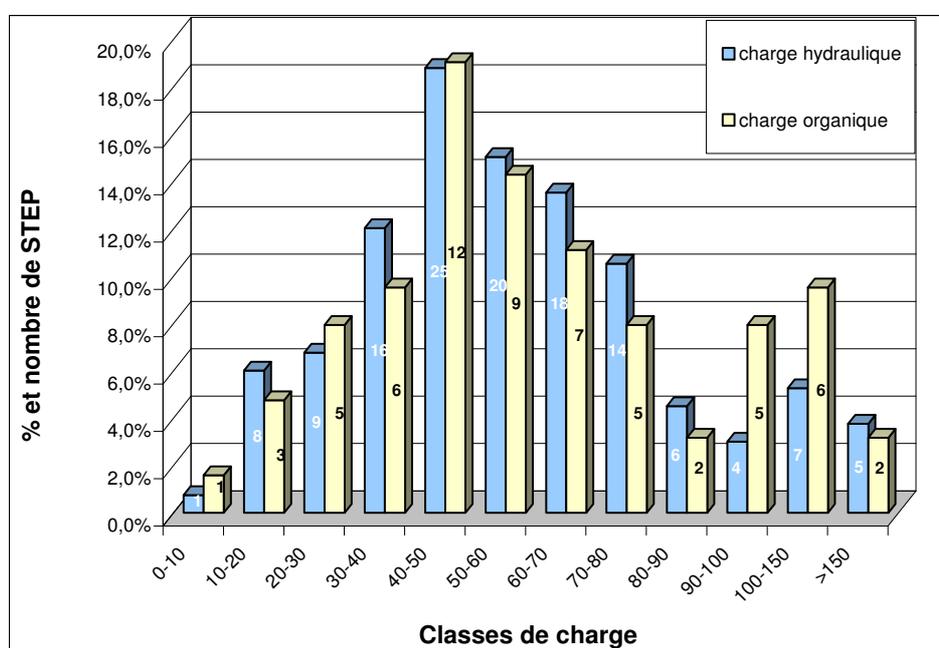


Figure 29 : répartition des STEP par classe de taux de charges

La figure 29 représente la distribution des STEP en fonction des classes de taux de charge organique et hydraulique. Les classes s'incrémentent par tranche de 10% sauf les 2 dernières classes aux amplitudes de 50% ou plus.

Les taux de charges hydraulique et organique montrent une bonne correspondance entre eux. Des taux de charges, tant en hydraulique qu'en organique, compris entre 30 et 80% s'appliquent à plus de 60% du nombre total de STEP. D'après cette figure, 10% des STEP ont un taux de charge dépassant le dimensionnement nominal, et 3% des STEP ont un taux de charge supérieur à 150%.

En conclusion, les taux de charges hydraulique et organique moyens sont proches de 60% et plus de la moitié des STEP ont un taux de charge compris entre 30 et 80%.

II.12. Fonctionnement des Fosses Toutes Eaux

II.12.1. Rejet des fosses toutes eaux

Tableau 29 : comparaison de qualité des effluents en entrée et sortie de fosses toutes eaux

	entrée FTE				sortie FTE			
	DCO	DBO ₅	MES	N-NK	DCO	DBO ₅	MES	N-NK
Moyenne	892	370	374	95	501	202	125	96
Médiane	857	360	354	97	482	190	120	99
Écart-type	381	145	146	20	177	92	47	21
Variance	145392	21001	21433	382	31225	8518	2185	458
Minimum	205	130	69	33	210	43	41	38
Maximum	2750	890	813	134	1154	410	300	157
Nombre de bilans 24h	53	53	52	52	51	51	53	45

Le tableau 29 montre les qualités des différents paramètres en entrée et sortie de FTE, obtenues à partir d'une cinquantaine de bilans 24h. En entrée de FTE, les concentrations correspondent à celles observées en entrée de la filière "filtre à zéolite" (cf. §II.10). En sortie, les concentrations moyennes observées ont des valeurs respectives de 500, 200 et 125 mg/L pour les paramètres DCO, DBO₅ et MES, les valeurs de MES sont systématiquement inférieures à 300 mg/L. Les écart-types plus faibles montrent une moindre dispersion des concentrations de sortie.

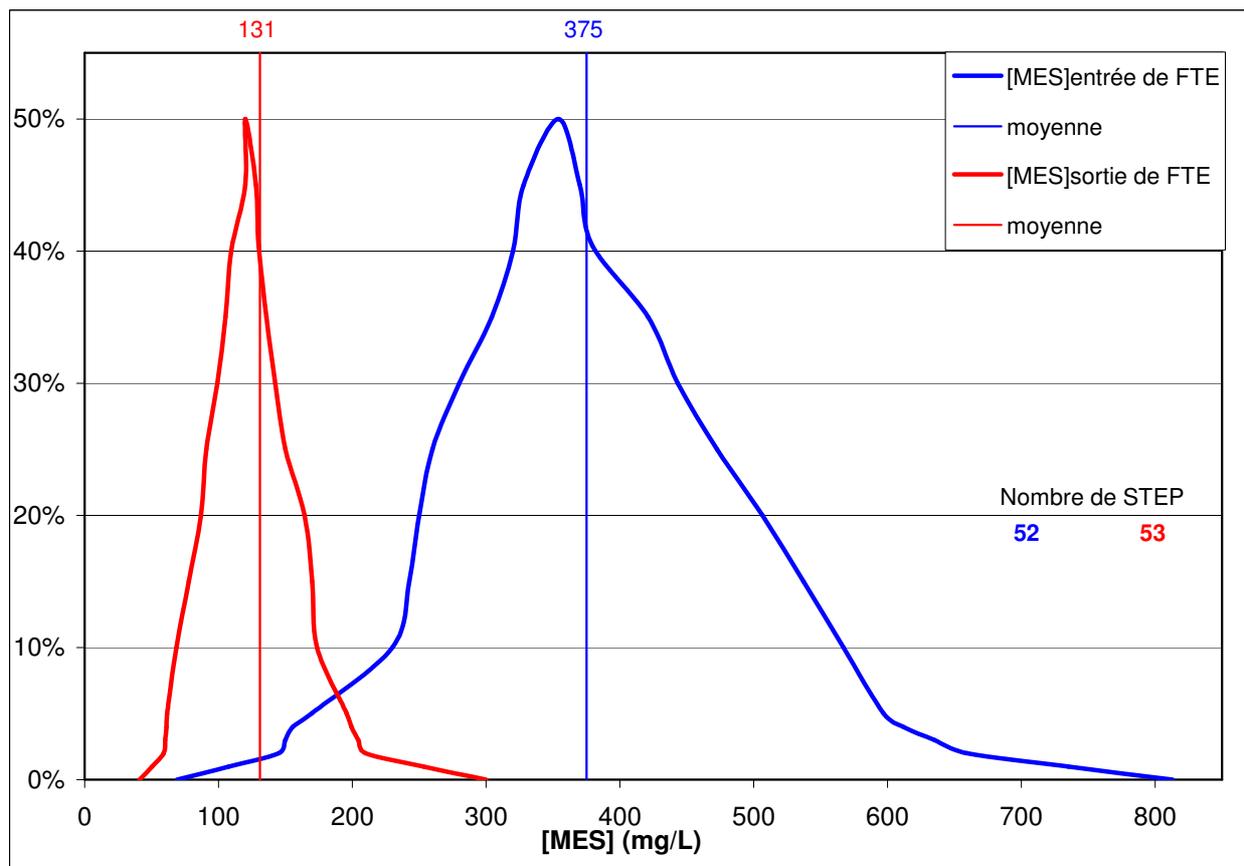


Figure 30 : distribution des concentrations en MES en entrée et sortie de fosses toutes eaux

La figure 30 confirme les observations précédentes, la qualité de l'effluent en sortie de FTE étant plus homogène qu'en entrée pour le paramètre MES.

La FTE joue donc son rôle de décantation des MES et il est intéressant de quantifier les rendements obtenus par ces ouvrages.

Tableau 30 : rendements obtenus sur les différents paramètres

	MES	DCO	DBO ₅	NK
Moyenne	62%	39%	42%	-3%
Médiane	69%	45%	45%	-1%
Écart-type	20%	25%	26%	22%
Variance	4%	6%	7%	5%
Mini	9%	-63%	-59%	-56%
Maxi	90%	82%	88%	49%
Nombre de bilans 24h	52	51	51	45

Les rendements moyens obtenus sur les effluents sont de 60% pour les MES, 40% pour les paramètres DCO et DBO₅ et, pour le N-NK les rendements sont nuls. Les valeurs extrêmes sont non négligeables pour les paramètres DCO et DBO₅ comme en témoignent les minima et maxima.

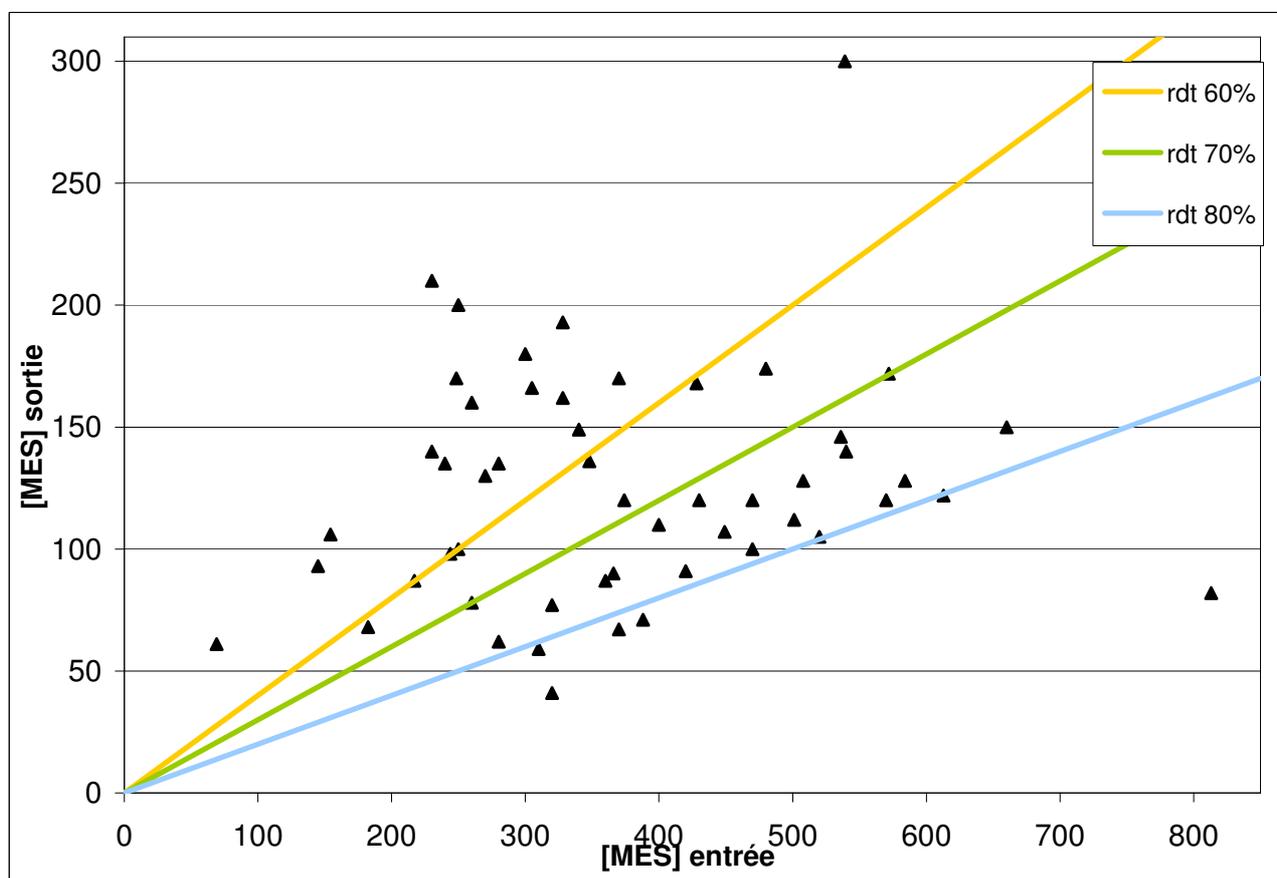


Figure 31 : Rendements des fosses toutes eaux

La figure 31 montre la distribution des concentrations de sortie en MES en fonction des concentrations d'entrée ainsi que les rendements obtenus.

Lorsque l'effluent en entrée a des concentrations en MES supérieures à 400 mg/L, les rendements sont majoritairement compris entre 70 et 80%, avec quelques valeurs comprises entre 60 et 70%. Pour des concentrations inférieures, les rendements fluctuent entre 40 et 80%.

Les concentrations en sortie ne semblent pas être dépendantes des concentrations d'entrée en raison d'un nuage de point dispersé pour les faibles concentration d'entrée. Les valeurs sont

comprises entre 50 et 200 mg/L, la plus grande majorité des concentrations est systématiquement inférieure à 175 mg/L et 80 % des valeurs sont inférieures à 150 mg/L.

Avec un rendement moyen de la FTE défini par cette étude statistique à 40% sur la DCO, l'ordre de grandeur de la charge surfacique appliquée au filtre à zéolite correspond à 120g DCO par m² de filtre à zéolite. Cette valeur peut être comparée aux charges surfaciques généralement admises dans des filières relevant des processus d'épuration par cultures fixées sur support fin. Elles se différencient de la filière "filtre à zéolite" par leur garnissage différent (gravier et sable) et par un fonctionnement en plusieurs plateaux indépendants, rendant possible le séquençage de phases d'alimentation et de repos d'un même plateau. Le tableau 31 rappelle les charges surfaciques admissibles théoriques permettant d'obtenir un rejet d'un niveau équivalent D4.

Tableau 31 : Charges surfaciques théoriques admissibles en cultures fixées sur support fin (gravier/sable + phases d'alternance)

en gDCO.j ⁻¹ ramené au m ²	Filtres plantés de roseaux	Infiltration-percolation*	Filtres enterrés*
de la surface totale	48 à 60g	56 g	28 g
de la surface du 1 ^{er} étage	100 g	56 g	28g
totale	300 g	168 g	84 g
du filtre en fonctionnement			

* système précédé d'un ouvrage de décantation (décanteur digesteur ou fosse toutes eaux) dont le rendement sur la DCO est estimé à 30%. Ces systèmes n'ont qu'un étage de filtres, la surface totale et la surface du premier étage sont donc identiques.

La charge organique surfacique, appliquée aux filtres à zéolite en fonctionnement (120 g DCO par m² de filtre) est nettement supérieure aux charges théoriques admissibles fixées aux autres filières, appartenant à la même famille des cultures fixées sur support fin.

II.12.2. Entretien des fosses toutes eaux

Les préconisations du constructeur concernant la fréquence de la vidange de la FTE pour une filière fonctionnant à charge nominale, sont les suivantes :

- tous les 10 ans avec ajout d'activateur biologique,
- tous les 4 ans sans ajout d'activateur biologique

Tableau 32 : répartition des STEP suivant l'entretien de la FTE

Délai pour la 1 ^{ère} vidange en années	avec activateur		sans activateur			non renseigné	total
	f < 10	10 < f < 11	f < 4	4 < f < 5	f > 5		
Effectif (STEP)	45	1	27	17	36	49	175

Sur les 175 STEP recensées lors de l'étude, 46 utilisent de l'activateur biologique dans les FTE, 80 n'en utilisent pas ; on ne dispose d'aucune information pour 49 d'entre elles.

Le tableau 33 relate la fréquence de vidange de la FTE comparée aux préconisations du constructeur.

Tableau 33 : suivi des préconisations constructeur de vidange de la FTE

Nombre de STEP	respect du calendrier	dépassement		non renseigné	total
		< 1 an	> 1 an		
	73	17	36	49	175

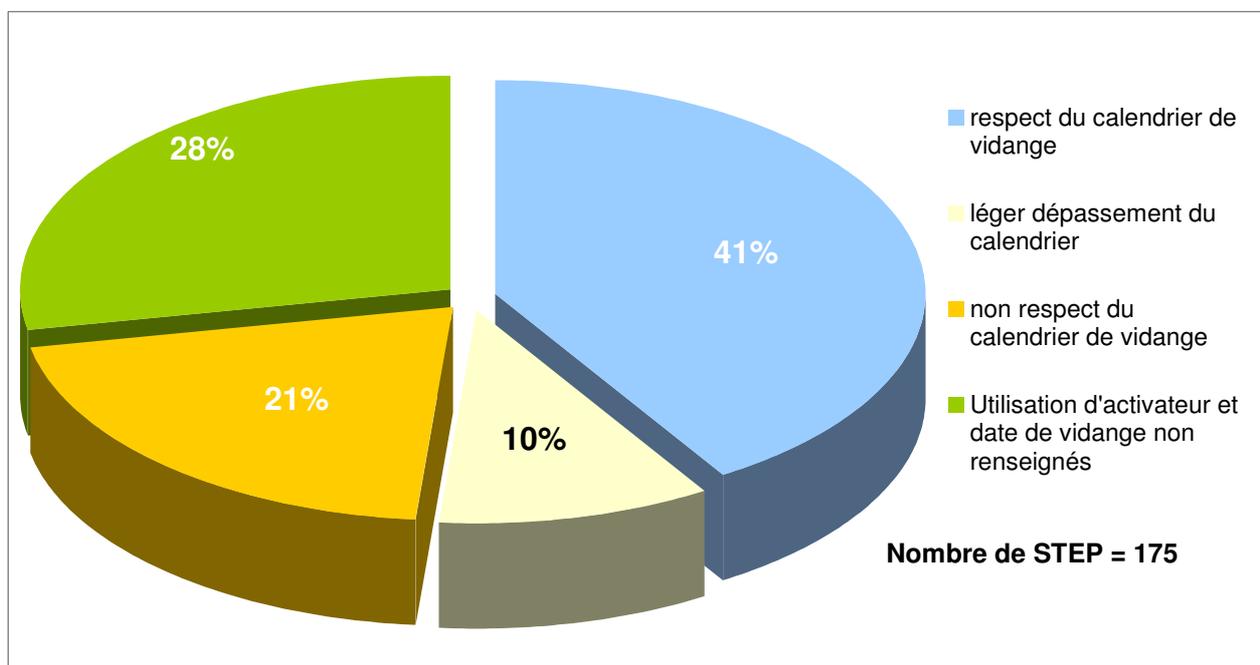


Figure 32 : répartition des STEP selon les préconisations de vidange de la FTE

La figure 32 montre que la moitié (51%) des maîtres d'ouvrages suivent les intervalles de vidange avec un éventuel dépassement de moins d'un an. Ils sont 41% à les respecter de façon stricte et 21% des STEP à dépasser ces intervalles de vidange de plus d'un an. Notons que dans 28% des cas, les informations ne sont pas disponibles.

II.13. Classement des STEP selon leur fonctionnement

II.13.1. Classement en 4 catégories

En tenant compte à la fois de la qualité du rejet (et de sa conformité vis à vis des objectifs attendus) et du degré de colmatage de l'ouvrage, il a été possible de classer les STEP suivant différentes catégories (cf: §I.4.1).

Tableau 34 : classement des STEP en 4 catégories de fonctionnement

	bon fonctionnement	fonctionnement non optimal	dysfonctionnement	fonctionnement non défini	total
Effectif (STEP)	51	15	92	17	175

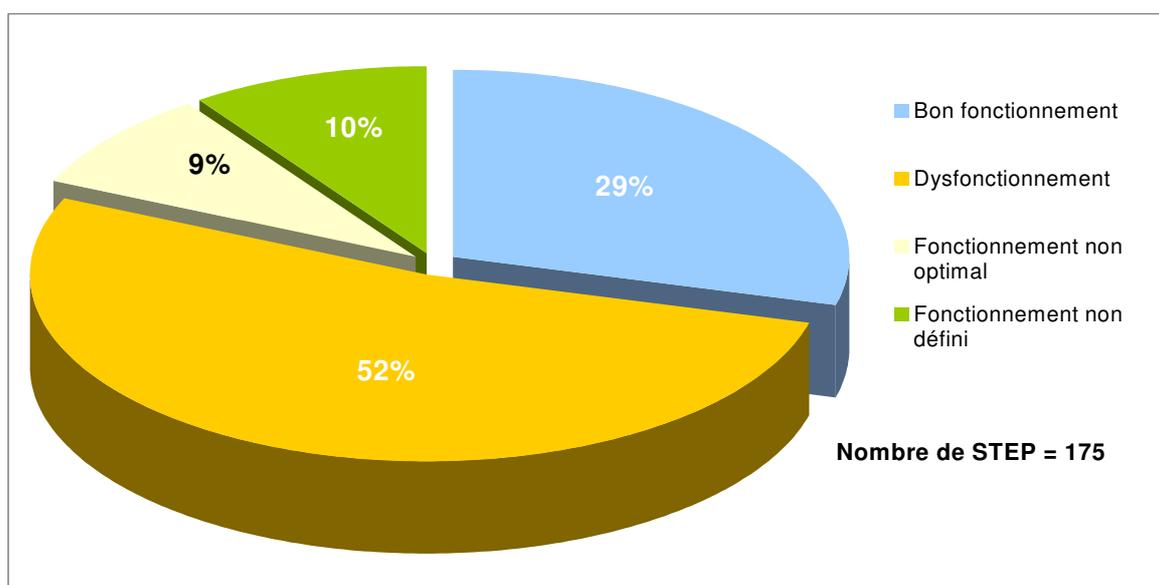


Figure 33 : répartition des STEP au sein des différentes catégories de fonctionnement

Sur les 175 STEP recensées, il n'a pas été possible de caractériser le fonctionnement de 17 d'entre elles en raison du manque de données concernant la qualité de leur rejet et de l'état des filtres à zéolite. Pour les 158 STEP restantes, 92 ont été classées en dysfonctionnement et 51 en bon fonctionnement ce qui correspond respectivement à 52% et 29% de la totalité des STEP recensées. La catégorie "fonctionnement non optimal" concerne 15 ouvrages soit 9% du parc identifié.

III. Identification des causes ayant un impact possible sur le fonctionnement

III.1. Méthodologie

Afin de pouvoir comparer les STEP, un même et unique seuil de rejet a été défini pour toutes les STEP, ce seuil correspondant à l'équivalent du niveau D4. (cf. § I.4.1.).

Après avoir pris en compte la qualité du rejet en fonction de ce seuil unique et le degré de colmatage de l'ouvrage, le classement des STEP en différentes catégories a été modifié.

Tableau 35 : répartition des STEP au sein des différentes catégories avant et après le changement de seuil de rejet

	Plusieurs seuils de rejet		Seuil de rejet unique	
	en nombre	en %	en nombre	en %
Bon fonctionnement	51	29	54	31
Dysfonctionnement	92	53	94	54
Fonctionnement non optimal	15	9	10	6
Fonctionnement non défini	17	10	17	10
Effectif total	175	100	175	100

Le changement de seuil de rejet n'a pas eu de conséquence sur le classement des STEP déjà présentes au sein des catégories "bon fonctionnement" et "dysfonctionnement". Certains rejets sont passés de "non conforme" à "conforme" mais ils n'ont pas eu d'influence sur l'évolution générale de la catégorie "fonctionnement non défini". En revanche, le changement de seuil a influencé le nombre de STEP présentes dans la catégorie "Fonctionnement non optimal". Cette catégorie est passée de 15 à 10 STEP : 2 STEP sont redistribuées dans la catégorie "dysfonctionnement" et 3 dans la catégorie "bon fonctionnement".

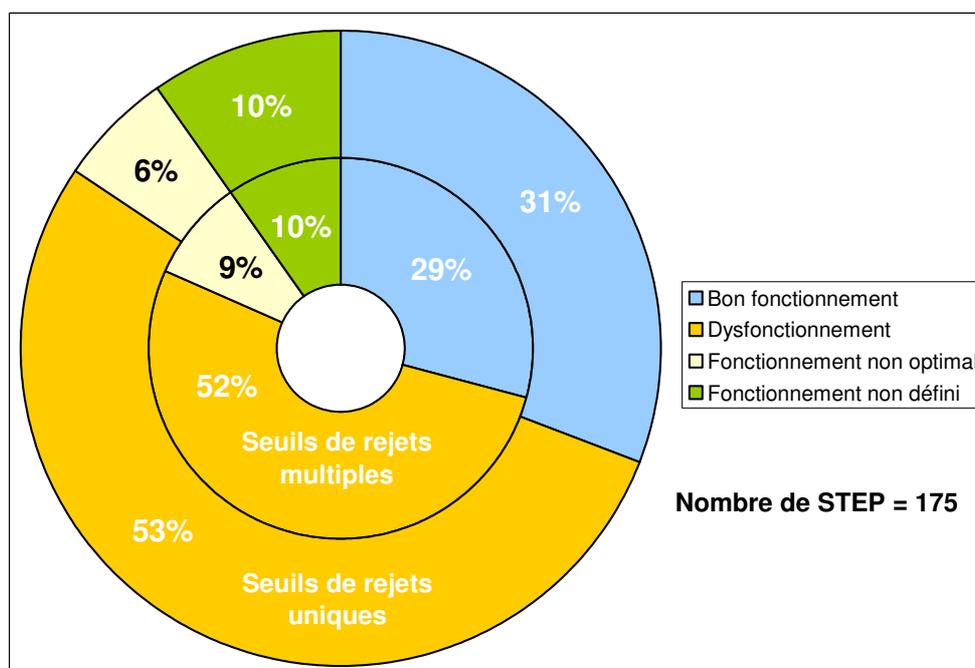


Figure 34 : répartition des STEP au sein des différentes catégories avant et après le changement de seuil de rejet

En conclusion, le passage à un seuil de rejet unique correspondant à un niveau D4 a peu modifié la distribution des STEP au sein des différentes catégories. Les STEP "bon fonctionnement" représente 31% des données alors que la catégorie "dysfonctionnement" regroupe 53% des STEP.

La taille moyenne des STEP est de 120 EH pour les STEP "bon fonctionnement" et 125 EH pour les STEP "dysfonctionnement" ; pour mémoire, la moyenne toutes STEP confondues est de 124 EH.

Pour chacune des catégories, chaque STEP dispose en moyenne d'environ 7 prélèvements ponctuels et de moins d'un bilan 24h (tableau 36).

Tableau 36 : descriptif du jeu de données selon le classement en "Bon fonctionnement" et "Dysfonctionnement"

	STEP "bon fonctionnement"	STEP "dysfonctionnement"
Effectif (STEP)	54	94
Nombre prélèvements ponctuels	362 (6,7 / STEP)	674 (7,2 / STEP)
Nombre bilans 24h	31 (0,6 / STEP)	76 (0,8 / STEP)

Dans un premier temps, la comparaison des 2 catégories "bon fonctionnement" et "dysfonctionnement" porte uniquement sur les conditions d'alimentation (qualité des eaux à traiter, charges organiques et charges hydrauliques) ainsi que les conditions de réalisation de l'entretien de la Fosse Toutes Eaux. Le but de cette première analyse consiste à identifier les points particuliers qui pourraient induire une interprétation faussée par un fonctionnement de la filière dans des conditions inappropriées ou différentes des préconisations du constructeur. Ces points identifiés sont alors supprimés du jeu de données ; une nouvelle analyse comparative sur une nouvelle base de données restreinte est alors conduite sur de très nombreux paramètres.

III.2. Conditions d'alimentation et des conditions d'entretien

III.2.1. Concentration de l'effluent à traiter

Tableau 37 : concentration moyenne (en mg/L) en entrée de STEP en fonction des deux catégories de fonctionnement

	STEP "bon fonctionnement"				STEP "dysfonctionnement"			
	DCO	DBO ₅	MES	N-NK	DCO	DBO ₅	MES	N-NK
Moyenne	728	293	278	86	886	367	363	96
Médiane	699	276	265	87	875,5	370	365	97
Écart-type	255	82	120	24	293	131	130	22
Variance	65265	6686	14457	596	85821	17225	16959	496
Mini	337	136	92	55	229	62	78	29
Maxi	1291	427	536	126	1785	710	627	140
Effectif (STEP)	15	15	15	15	39	39	39	38

Le tableau 37 montre des concentrations moyennes supérieures sur les différents paramètres analytiques pour la catégorie "dysfonctionnement" par rapport à la catégorie "bon fonctionnement".

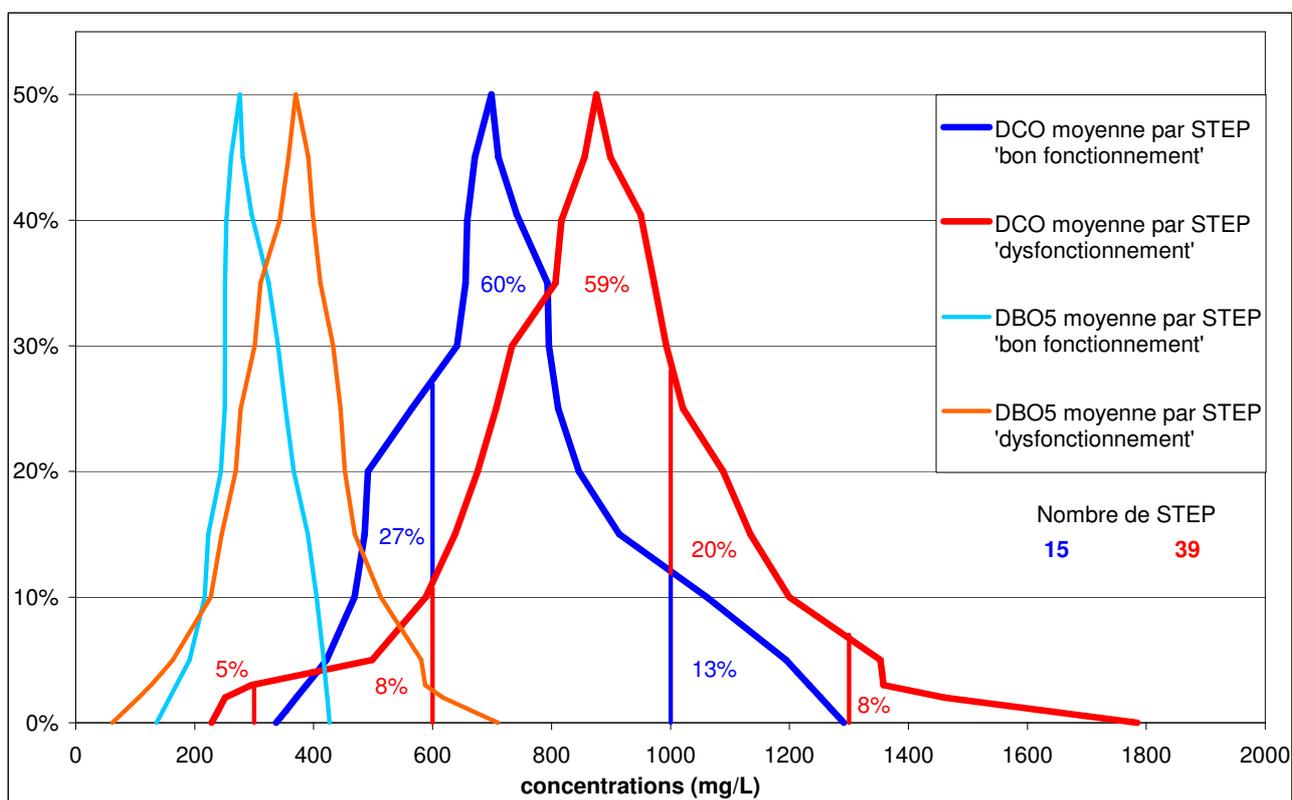


Figure 35 : distribution des concentrations moyennes en DCO et DBO₅ en entrée selon les deux catégories de fonctionnement

La figure 35 montre des courbes de distribution (*cf.* annexe 3) de DCO et DBO₅ décalées vers des valeurs hautes pour les STEP "dysfonctionnement" par rapport à celles de la catégorie "bon fonctionnement". Elle confirme ainsi les observations mentionnées au tableau 37.

Les STEP "dysfonctionnement" recevraient donc un effluent plus concentré que les STEP "bon fonctionnement". Afin de confirmer ces observations, les données de chaque catégorie de fonctionnement sont soumises à des tests statistiques.

Tableau 38 : comparaison statistique des deux catégories de fonctionnement vis à vis des concentrations des effluents à traiter

	DCO		DBO ₅		MES		N-NK	
	bon fct	dysfct	bon fct	dysfct	bon fct	dysfct	bon fct	dysfct
Normalité	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	NON
p(H ₁ /H ₀)	0,84	0,97	0,63	0,93	0,06	0,82	0,24	0,009
Variance	OUI		OUI		OUI		OUI	
p(H ₁ /H ₀)	0,60		0,06		0,78		0,64	
Test	Test t				Test de Wilcoxon			
Résultats des tests	Différence non significative des concentrations en DCO entre les 2 types de fonctionnement		Différence significative des concentrations en DBO ₅ entre les 2 types de fonctionnement		Différence significative des concentrations en MES entre les 2 types de fonctionnement		Différence non significative des concentrations en N-NK entre les 2 types de fonctionnement	
p(H ₁ /H ₀)	0,061		0,017		0,030		0,15	

L'analyse statistique, réalisée sur les différents paramètres des deux catégories de fonctionnement, révèle des différences significatives entre les deux groupes sur les paramètres DBO₅ et MES. En revanche cette analyse ne confirme pas les observations réalisées sur les paramètres DCO et N-NK, les différences étant non significatives pour ces paramètres.

Tableau 39 : composition moyenne des effluents moyens en entrée selon les deux catégories de fonctionnement

	STEP "bon fonctionnement"			STEP "dysfonctionnement"		
	DCO /DBO ₅	DCO /MES	DCO /N-NK	DCO /DBO ₅	DCO /MES	DCO /N-NK
Moyenne	2,48	2,79	8,78	2,62	2,59	9,36
Médiane	2,47	2,70	8,22	2,32	2,43	8,87
Écart-type	0,45	0,72	3,03	1,41	0,76	2,58
Variance	0,20	0,51	9,21	1,98	0,57	6,65
Mini	1,92	1,39	4,11	1,42	1,05	5,20
Maxi	3,20	3,94	14,47	10,63	5,03	16,53
Effectif	15	15	15	39	39	38

Le tableau 39 montre certaines différences de qualité entre les 2 catégories de fonctionnement, notamment pour les ratios DCO/DBO₅ et DCO/N-NK plus élevés aux écarts-types différents d'une catégorie à l'autre. Notons que ces ratios moyens sont caractéristiques des eaux usées domestiques, quelle que soit la catégorie de fonctionnement.

Tableau 40 : comparaison statistique des 2 catégories de fonctionnement vis-à-vis de la composition de l'effluent d'entrée

	DCO/DBO ₅		DCO/MES		DCO/N-NK	
	bon fct	dysfct	bon fct	dysfct	bon fct	dysfct
Normalité p(H ₁ /H ₀)	OUI 0,20	NON 9,1.10 ⁻⁰⁴	OUI 0,51	NON 1,2.10 ⁻⁰⁴	OUI 0,68	OUI 0,29
Variance p(H ₁ /H ₀)	NON 5,6.10 ⁻⁰⁶		OUI 0,87		OUI 0,41	
Test	Test de Wilcoxon				Test t	
Résultats des tests	Différence non significative des ratios DCO/DBO ₅ entre les 2 types de fonctionnement		Différence non significative des ratios DCO/MES entre les 2 types de fonctionnement		Différence non significative des ratios DCO/N-NK entre les 2 types de fonctionnement	
p(H ₁ /H ₀)	0,75		0,15		0,52	

L'analyse statistique, réalisée sur les différents ratios de paramètres, ne révèle pas de différences significatives entre les deux catégories de fonctionnement. La qualité générale de l'effluent en entrée de STEP ne présente donc pas de différences significatives entre les deux catégories.

En conclusion, malgré des effluents à traiter plus concentrés (de façon significative au niveau de la DBO₅ et des MES) pour les STEP "dysfonctionnement", la qualité générale des effluents reste équivalente pour les deux catégories de fonctionnement et correspond à celle définie pour des eaux usées domestiques. Néanmoins, certains ratios peuvent être relativement importants pour la catégorie "dysfonctionnement", ces valeurs sont vérifiées au cas par cas et supprimées si le ratio DCO/DBO₅ est supérieur à 4.

III.2.2. Charge hydraulique

Les charges hydrauliques des STEP ont été calculées à partir des bilans 24h et des relevés d'augets basculants, ceux-ci étant représentatifs des débits entrants sur les stations (*cf* § II.9.3). Des moyennes par STEP ont été effectuées afin de pondérer l'impact du nombre variable de données par STEP.⁶

Tableau 41 : taux de charges hydrauliques moyens des STEP suivant leur fonctionnement, calculées à partir des bilans 24h et des relevés d'augets (en %)

	"bon fonctionnement"	"dysfonctionnement"
Moyenne	41,6	68,1
Médiane	40,4	61,8
Écart-type	20,0	37,4
Variance	399,7	1397,0
Mini	11,4	8,8
Maxi	85,0	249,4
Effectif (STEP)	44	78

Le tableau 41 montre des taux de charge hydraulique moyens de 42% pour les STEP "bon fonctionnement" et de 68% pour les STEP "dysfonctionnement". Les taux de charge minimaux sont de l'ordre de 10% pour les deux catégories et les taux maximaux sont de 85% pour les STEP "bon fonctionnement" et 250% pour les STEP "dysfonctionnement".

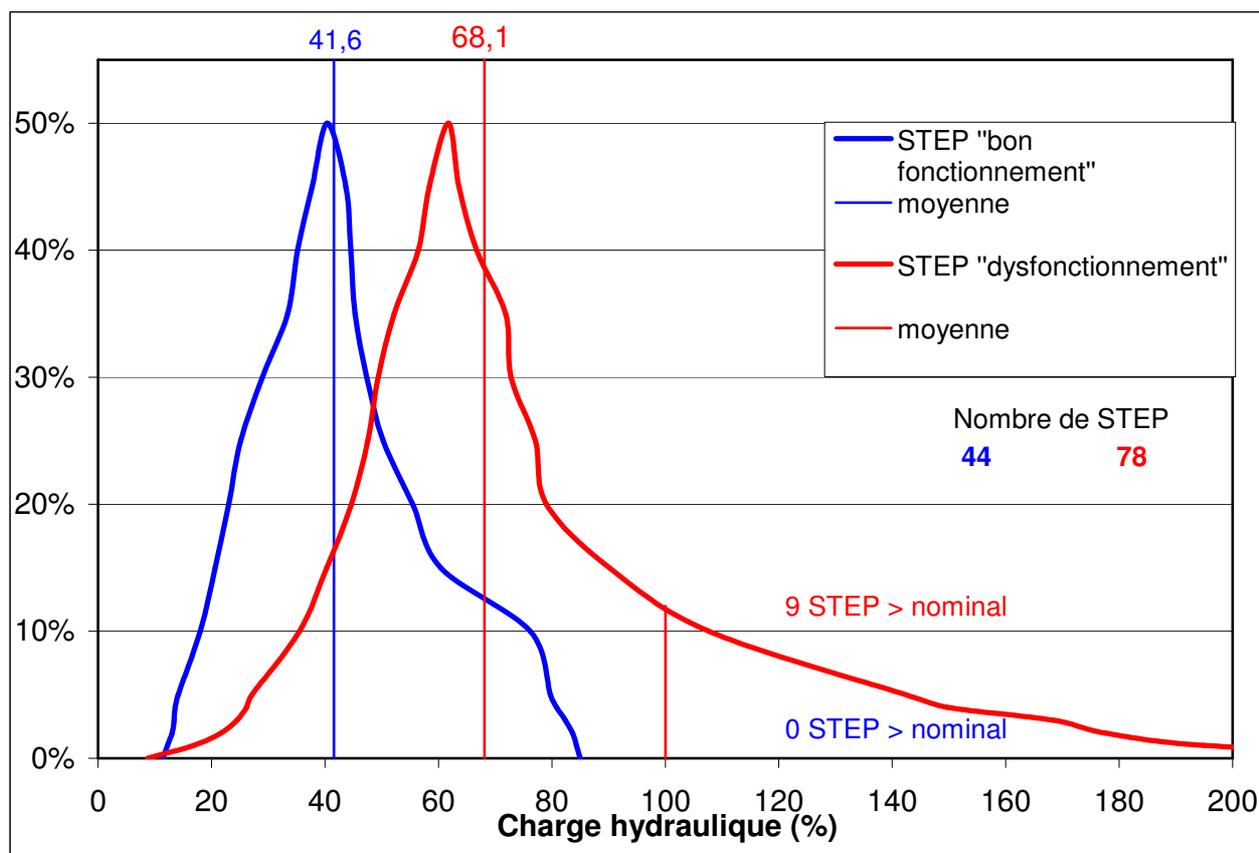


Figure 36 : distribution des taux de charges hydrauliques des deux catégories de STEP

⁶ Pour les STEP acceptant des variations saisonnières, seules les données collectées "hors pointe" sont ici prises en compte afin de ne pas pénaliser la totalité des mesures par le fonctionnement particulier pendant la pointe.

La figure 36 montre la distribution des taux de charges hydrauliques des STEP, centrée sur la médiane pour les 2 catégories de fonctionnement. Pour les STEP "bon fonctionnement", la distribution des STEP est quasiment centrée sur la moyenne. Pour les STEP "dysfonctionnement", la moyenne est déplacée vers des taux de charges plus importants. La figure montre que 12% de l'effectif de la catégorie "dysfonctionnement", soit un total de 9 STEP, dépassent la capacité nominale des stations.

Pour rechercher les causes de dysfonctionnement, on supprime ces 9 STEP de la base de données, le dysfonctionnement pouvant être attribué pour partie ou en totalité au dépassement de la charge hydraulique nominale.

III.2.3. Charge organique

Les charges organiques des STEP ont été calculées à partir des bilans 24h uniquement. Des moyennes par STEP ont été effectuées afin de pondérer l'impact du nombre variable de données par STEP.⁷

Tableau 42 : taux de charges organiques moyen des STEP suivant leur fonctionnement, calculées à partir des bilans 24h seulement (en%)

	STEP "bon fonctionnement"	STEP "dysfonctionnement"
Moyenne	46,5	73,3
Médiane	48,8	55,7
Écart-type	22,6	63,4
Variance	513	4024
Mini	3,8	22,2
Maxi	75	395,8
Effectif (STEP)	11	38

Le tableau 42 montre des taux de charge organique moyens de l'ordre de 46% pour les STEP "bon fonctionnement" et 73% pour les STEP "dysfonctionnement". Les taux de charge minimaux sont voisins de 4% pour les STEP "bon fonctionnement" et de 20% pour les STEP "dysfonctionnement" et les taux maximaux sont respectivement de 75% et 396%.

⁷ Pour les STEP acceptant des variations saisonnières, seules les données collectées "hors pointe" sont ici prises en compte afin de ne pas pénaliser la totalité des mesures par le fonctionnement particulier pendant la pointe.

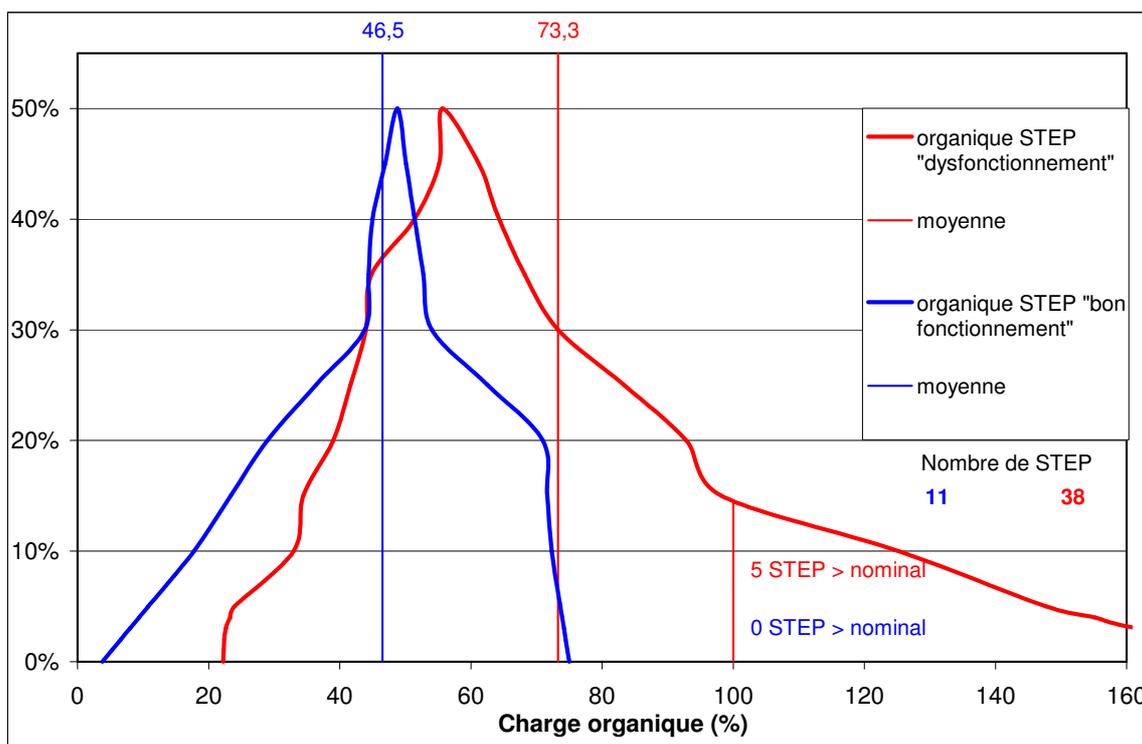


Figure 37 : distribution des taux de charges organiques des deux catégories de fonctionnement

La figure 37 montre la distribution des taux de charges organiques des STEP, centrée sur la médiane pour les 2 catégories de fonctionnement. Pour la catégorie STEP "bon fonctionnement", la distribution est quasiment centrée sur la moyenne, contrairement aux STEP "dysfonctionnement". La figure montre que 13% de l'effectif "dysfonctionnement", correspondant à un total de 5 STEP, dépasse la capacité nominale des stations. Notons qu'aucune STEP "bon fonctionnement" ne dépasse sa charge organique nominale.

Pour rechercher les causes de dysfonctionnement, on supprime ces 5 STEP de la base de données, le dysfonctionnement pouvant être attribué pour partie ou en totalité au dépassement de la charge organique nominale.

III.2.4. Fréquence de vidange de la FTE

Parmi les 148 STEP composant les deux catégories, 43 utilisent de l'activateur biologique dans les FTE, 70 n'en utilisent pas. Pour les 35 restantes, les informations relatives à l'utilisation d'activateur et la date de vidange ne sont pas connues.

Tableau 43 : répartition des STEP "bon fonctionnement" et "dysfonctionnement" suivant l'entretien de la FTE

Délai de la 1 ^{ère} vidange en années		avec activateur		sans activateur			non renseigné	total
		f < 10	10 < f < 11	f < 4	4 < f < 5	f > 5		
Effectif "bon fonctionnement"	en %	15%	2%	11%	13%	35%	24%	100%
	en nbre	8	1	6	7	19	13	54
Effectif "dys-fonctionnement"	en %	36%	0%	16%	6%	18%	23%	100%
	en nbre	34	0	15	6	17	22	94

Les différences de répartition observées entre les deux catégories concernent essentiellement les groupes "f < 10ans" et "f > 5ans". Les deux catégories présentent des proportions équivalentes de STEP où les informations sur l'utilisation d'activateur et les dates de vidange sont manquantes.

Tableau 44 : répartition des STEP "bon fonctionnement" et "dysfonctionnement" suivant le respect des préconisations de vidange de la FTE

		respect du calendrier	dépassement		non renseigné	total
			< 1 an	> 1 an		
Effectif "bon fonctionnement"	en %	26%	15%	35%	24%	100%
	en nbre	14	8	19	13	54
Effectif "dys-fonctionnement"	en %	52%	6%	18%	23%	100%
	en nbre	49	6	17	22	94

Ce tableau montre une différence de répartition des STEP entre les deux groupes. En effet, 52% des STEP "dysfonctionnement" contre 26% des STEP "bon fonctionnement" respectent les prescriptions du constructeur en terme de vidange de la FTE. Inversement, 24% des STEP "dysfonctionnement" et 50% des STEP "bon fonctionnement" ne respectent pas ces prescriptions. Le respect du calendrier d'entretien de la fosse n'est pas un gage, ni nécessaire, ni suffisant de "bon fonctionnement".

Afin d'étudier les conséquences du non-respect des prescriptions de vidange sur les ouvrages en dysfonctionnement, la date d'apparition du dysfonctionnement a été comparée à la date théorique à laquelle la FTE aurait dû être vidangée. Afin d'inclure les STEP ne disposant pas d'informations, celles-ci ont été considérées comme n'ayant jamais été vidangées durant les 5 ans suivant leur mise en service.

Tableau 45 : date d'apparition du dysfonctionnement comparé à la date théorique de la vidange de la FTE

		Apparition de dysfonctionnement			
		AVANT la date théorique de vidange (4 ans)		APRES la date théorique de vidange (4 ans)	
		Effectif STEP	dont non renseigné	Effectif STEP	dont non renseigné
dépassement du calendrier de vidange	>1an	22 (49%)	15	17 (38%)	7
	<1an	6 (13%)		0	

28 STEP, soit 62% des STEP, ont "dysfonctionné" avant la date théorique de vidange de 4 ans, le dysfonctionnement ne peut pas être imputable à ce dépassement dans le calendrier d'entretien.

Pour les 17 STEP restantes, le dysfonctionnement intervient après cette date théorique et le retard peut être considéré comme un facteur déclenchant. Seulement 3 STEP ont un taux de charge faible pouvant expliquer l'année de vidange (27% de charge et vidange à 9 ans, 46% de charge et vidange après 5ans et 44% de charge et vidange à 7 ans). Ces 3 STEP auraient pu être intégrées dans la base de données mais le risque n'a pas été pris.

Pour rechercher les causes de dysfonctionnement, on supprime ces 17 STEP de la base de données, le dysfonctionnement pouvant être attribué pour partie ou en totalité à un défaut d'entretien de la FTE

III.2.5. Conclusions et description de la base de donnée restreinte

Le tableau 46 résume les caractéristiques de chaque STEP exclue du jeu de données. Sont mentionnées en couleur les critères d'exclusion retenus et mentionnés ci-dessus.

Tableau 46 : critères d'élimination des STEP selon leurs conditions d'alimentation et/ou d'entretien

Année de mise en service	Catégorie de fonctionnement	Qualité des eaux à traiter		Charge hydraulique (%)	Charge organique (% DCO)	Suivi des préconisations des fréquences d'entretien de la FTE	Apparition dysfonctionnement avant/après préconisations constructeur
		<i>DCO en mg/L si valeur chiffrée</i>	DCO/DBO ₅				
1 1997	dys	478	2,6	141	299	145	NON après
2 1999	dys	ECP		108			NON après
3 2001	dys	ECP + 229	3,7	176	228	69	NON après
4 2000	dys			150			nc* après
5 1998	dys	ECP		115			OUI
6 1998	dys	ECP		249			nc* avant
7 2000	dys			179			nc* avant
8 2001	dys			115			OUI
9 2000	dys			108			NON avant
10 1999	dys	1128	2,3	86	142	396	OUI
11 1997	dys	810	1,9	91	102	128	OUI
12 1999	dys	974	2,2	78	100	165	OUI
13 2002	dys	1785	10,6	60	60	124	nc* avant
14 2000	dys	1149	2,9	53	53	42	nc* après
15 1999	dys			85	85	44	NON après
16 1995	dys			68			nc* après
17 1997	dys			89			nc* après
18 1995	dys			27			NON après
19 2000	dys			46			NON après
20 1997	dys			41			NON après
21 2001	dys			73			NON après
22 1998	dys			72			nc* après
23 1996	dys	ECP					NON après
24 1997	dys	concentré					nc* après
25 1992	dys						NON après
26 1994	dys						nc* après
27 2000	dys	concentré					OUI
28 1994	dys	concentré					nc* avant
29 1997	dys	concentré					OUI
30 2000	dys	concentré					NON
31 1998	dys	ECP					NON avant
32 1999	bon	ECP					nc*

ECP : présence d'eaux claires parasites (observations écrites)

concentré : effluent très concentré laissant supposé la présence de rejets d'origine agricole (observations écrites)

nc* : suivi non connu des prescriptions du calendrier d'entretien de la FTE

Au total, ce sont 32 STEP qui ne sont plus prises en compte pour la recherche des causes de dysfonctionnement :

4 STEP sont en surcharges hydrauliques et, simultanément, présentent des défauts d'entretien de leur FTE

9 STEP sont en surcharges hydraulique ou organique sans défaut d'entretien

13 STEP présentent des défauts d'entretien de leur FTE

6 STEP sont exclues, en absence de données chiffrées, suite aux observations mentionnées lors des visites (présence d'eaux claires parasites ou un effluent à traiter fortement concentré).

Après l'élimination de ces 32 STEP, la base de données est la suivante :

Tableau 47 : évolution de la base de données

	effectif de la base de données	
	initiale	après élimination des STEP
STEP "bon fonctionnement"	54	53
STEP "dysfonctionnement"	94	63
Total	148	116

Les analyses statistiques comparatives qui suivent ont été conduites sur cette nouvelle base de données restreinte.

III.3. Recherche des paramètres de construction influençant le fonctionnement

III.3.1. Age des STEP

L'âge de la STEP peut expliquer certains dysfonctionnements en raison du vieillissement des ouvrages, une comparaison entre les deux catégories de STEP a été réalisée.

La figure 38 décrit les distributions des 2 catégories "bon fonctionnement" et "dysfonctionnement" en fonction de l'année de mise en service des STEP.

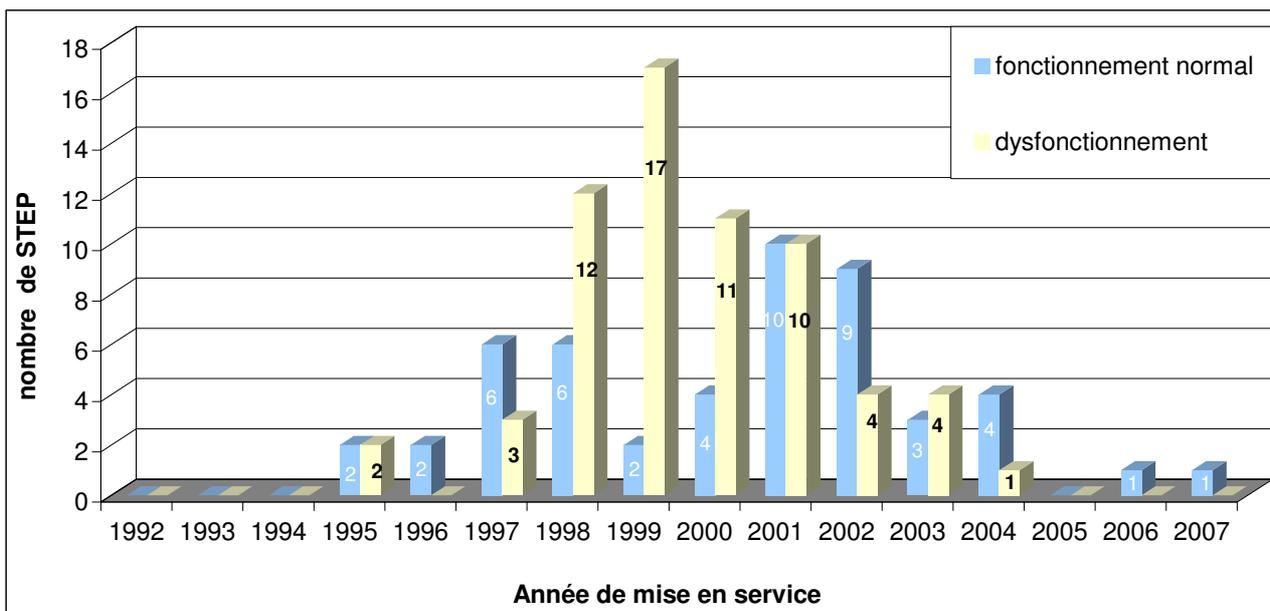


Figure 38 : distribution des deux catégories de fonctionnement selon les années de mise en service

L'allure de la distribution de la catégorie "dysfonctionnement" en fonction des années de mise en service est de type gaussien et atteint un maximum pour l'année 1999, la plage de mise en service majoritaire s'étendant de 1998 à 2001 avec plus de 15 % des STEP mises en service dans l'année, en situation de "dysfonctionnement".

L'allure de la distribution des STEP "bon fonctionnement" est moins caractéristique et deux pics de taille différente sont observés. Le pic le plus petit est observé pour les années 1997 et 1998 (10 % des STEP mises en service par année) et le plus grand en 2001 et 2002 (plus de 15 % de STEP/an).

Tableau 48 : âge moyen au 01/06/2008 suivant les deux catégories de fonctionnement (en ans)

	STEP "bon fonctionnement"	STEP "dysfonctionnement"
Moyenne	7,8	8,4
Médiane	7,4	8,5
Écart-type	2,8	1,8
Variance	8,1	3,4
Mini	0,9	4,0
Maxi	13,4	13,4
Effectif (STEP)	53	63

L'âge moyen est de 7,8 ans pour les STEP "bon fonctionnement" et 8,4 ans pour les STEP "dysfonctionnement" ; une différence plus importante est observée pour les médianes avec des valeurs respectivement de 7,4 ans et 8,5 ans. Les stations les plus récentes n'ont qu'un an dans la catégorie "bon fonctionnement" et 4 ans dans la catégorie "dysfonctionnement". Les plus anciennes ont un âge identique dans les 2 catégories. La comparaison visuelle des écart-types montre que les stations les plus récentes sont davantage dans le groupe "bon fonctionnement" que dans le groupe "dysfonctionnement".

Le test statistique utilisé pour identifier une différence significative d'âge entre les deux groupes est le test de Wilcoxon puisque malgré la distribution normale des échantillons, les variances des deux groupes sont différentes ($p(H_1/H_0) = 1,2 \cdot 10^{-03}$).

Avec une valeur de $p(H_1/H_0) = 0,21$, le test de Wilcoxon ne montre pas de différence significative entre les groupes "bon fonctionnement" et "dysfonctionnement" pour l'âge des STEP.

III.3.2. Capacité nominale des STEP

Les capacités nominales des deux catégories sont présentées dans le tableau 47.

Tableau 49 : capacité nominale (EH) des STEP suivant les deux catégories de fonctionnement

	STEP "bon fonctionnement"	STEP "dysfonctionnement"
Moyenne	122	145
Médiane	100	100
Écart-type	88	112
Variance	7767	12546
Mini	17	10
Maxi	400	500
Effectif (STEP)	53	63

Le tableau 49 montre une taille moyenne supérieure pour les STEP "dysfonctionnement" alors que les médianes des deux groupes sont équivalentes. Les tailles maximales des STEP "bon fonctionnement" et "dysfonctionnement" sont respectivement 400EH et 500 EH.

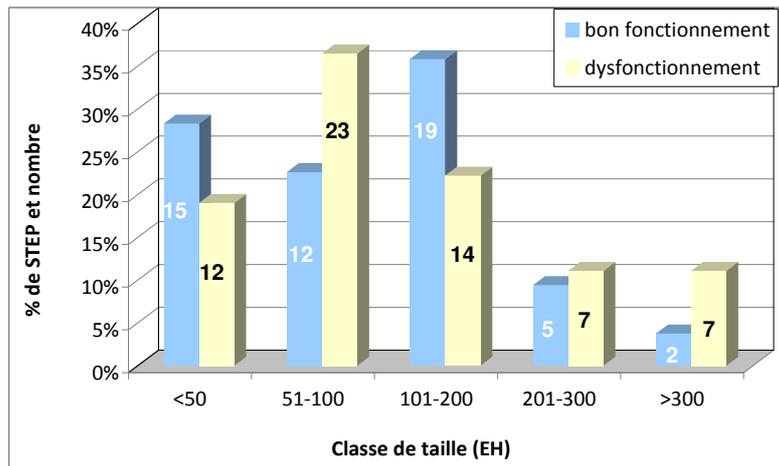


Figure 39 : répartition des deux catégories de STEP en fonction des classes de capacité nominale

La différence au niveau des moyennes s'explique par une proportion plus importante de STEP de taille supérieure à 300 EH pour la catégorie "dysfonctionnement"(figure 39).

Afin de démontrer qu'il existe ou non une différence significative entre les capacités nominales des Deux catégories", les données sont testés statistiquement à l'aide du test de Wilcoxon. En effet, même si les variances entre les deux groupes ne sont pas significativement différentes ($p(H_0/H_1) = 0,077$), les données de chacun des groupes ne suivent pas une distribution normale ($p(H_0/H_1) < 1.10^{-3}$).

Avec une valeur de $p(H_0/H_1) = 0,33$, les résultats de ce test montrent l'absence de différence significative entre les catégories "bon fonctionnement" et "dysfonctionnement" pour la capacité nominale des STEP.

III.3.3. Analyse des caractéristiques des données de construction

De très nombreux paramètres ont fait l'objet d'analyses statistiques permettant de confirmer ou non l'existence de différences significatives entre les 2 catégories "bon fonctionnement" et "dysfonctionnement".

Les paramètres, étudiés indépendamment les uns des autres, sont les suivants :

- la nature du constructeur
- la nature de l'exploitant
- la nature du réseau (séparatif / séparatif + unitaire),
- la nature théorique de l'effluent à traiter(domestique / domestique + industriel),
- la présence (ou non) de limiteur de débits à l'amont de la FTE,
- la présence (ou non) de limiteur de débits à l'amont des filtres à zéolite,
- le nombre de FTE installés (une ou plusieurs),
- le dimensionnement des FTE
- la nature des bâchées (auget basculant /pompes de relèvement)
- le volume des bâchées
- le nombre journalier de bâchées
- le nombre de filtres
- la surface unitaire des filtres à zéolite
- la surface totale des filtres à zéolite

Tous les tests statistiques réalisés sur les paramètres listés ci-dessus ont conclu à des différences non significatives (au risque de 5%) entre les deux catégories de fonctionnement.

Il est donc possible de conclure que les deux catégories de fonctionnement sont équivalentes vis à vis de ces paramètres. Tous les résultats détaillés des tests réalisés sont présentés en annexe 4.

La nature de l'alimentation générale des STEP (gravitaire/refoulement) a également fait l'objet d'un test statistique dont les résultats sont mentionnés ci-dessous :

Tableau 50 : nature de l'alimentation générale des STEP

	STEP "bon fonctionnement"	STEP "dysfonctionnement"	Total
Gravitaire	43	36	79
Refoulement	6	22	29
Non renseignée	4	5	5
Effectif (STEP)	53	63	113

Afin de démontrer s'il existe ou non une/des différence(s) significative(s) de distribution statistique entre les deux catégories de fonctionnement, les groupes de données sont testés statistiquement à l'aide du test du Khi 2 en raison des tableaux de contingence.

Tableau 51 : comparaison statistique des distributions de la nature de l'alimentation générale

Test	Gravitaire/Refoulement
Résultats du test $p(H_1/H_0)$	Khi 2 Différence significative du mode d'alimentation des STEP $5,3.10^{-03}$

Le test de Khi 2 réalisé entre les deux catégories a montré une différence significative de distribution des STEP suivant les critères alimentation gravitaire et refoulement.

En conclusion, les STEP "dysfonctionnement" sont alimentés dans des proportions plus importantes par refoulement que les STEP "bon fonctionnement". Il est possible que les pompes génèrent des à-coups hydrauliques suffisants pour entraîner des boues de la FTE vers les filtres.

Cette hypothèse est étudiée dans le chapitre relatif au fonctionnement des FTE.

III.4. Influence de la Fosse Toutes Eaux sur le fonctionnement

L'influence de la fosse toutes eaux sur le fonctionnement des STEP est étudiée à partir des bilans 24h disposant de données de concentrations en DCO, DBO₅, MES et N-NK en sortie de FTE.

Au total, 26 STEP disposent de tels bilans 24h. Seulement 7 bilans 24h caractérisent les STEP "bon fonctionnement" contre 35 pour la catégorie "dysfonctionnement". Les 21 STEP "dysfonctionnement" sont découpées en deux périodes (fonctionnement et dysfonctionnement) et les 5 STEP "bon fonctionnement" sont incluses dans la catégorie "fonctionnement" des STEP "dysfonctionnement". Pour les périodes de "bon fonctionnement" et de "dysfonctionnement", 2 groupes de tailles équilibrées sont ainsi créés (environ 20 STEP par catégorie).

Le nombre de bilans est équivalent pour les deux groupes en ce qui concerne les STEP :

- alimentées par refoulement (respectivement 8 et 7 bilans 24h pour le "bon fonctionnement" et "dysfonctionnement"),
- utilisant de l'activateur biologique dans leur FTE (respectivement 9 et 10 bilans 24h pour le "bon fonctionnement" et "dysfonctionnement"),

Tableau 52 : Effluent en sortie de FTE en fonction du fonctionnement de la STEP

	STEP "bon fonctionnement"					STEP "dysfonctionnement"				
	MES mg/L		rende ment %	temps séjour j	age bilan ans	MES mg/L		rende ment %	temps séjour j	age bilan ans
	entrée	sortie				entrée	sortie			
Moyenne	327	120	60	6,0	3,6	380	139	56	4,7	2,9
Médiane	320	120	63	4,9	4,2	395	128	60	4,3	2,3
Écart-type	111	46	18	2,9	2,5	154	53	23	1,6	1,8
Variance	12352	2105	3	8,4	6,4	23804	2810	5	2,7	3,1
Mini	154	41	31	2,7	0,0	69	61	9	2,1	1,0
Maxi	660	193	87	13,3	8,3	613	300	80	8,2	7,8
Nbre bilans 24h	21	21	21	21	21	20	21	20	21	21

Le tableau 52 montre des concentrations moyennes de MES en entrée et sortie de FTE plus importantes pour les périodes de dysfonctionnement. Ces concentrations plus importantes ont pour conséquences un apport plus important de MES sur les filtres à zéolite, pouvant favoriser ainsi le colmatage de ceux-ci.

Des abattements moyens en sortie de FTE de l'ordre de 60% sont observés pour les deux périodes de fonctionnement, la dispersion des valeurs étant plus importante pour les périodes de dysfonctionnement (écart type plus important et minimum de 9% contre 31%). Ces valeurs sont inférieures au rendement minimum annoncé de 70% annoncé par le constructeur.

Concernant les temps de séjour moyens dans les FTE, ceux-ci sont plus longs pour les périodes de bon fonctionnement (6j contre 4,75j) mais ce constat est à relativiser du fait d'une plus forte dispersion des valeurs (écart type plus important et maximum de 13j contre 8j). Pour les deux périodes de fonctionnement, aucun temps de séjour n'est inférieur à 2 j.

Tableau 53 : synthèse des tests statistiques réalisés sur les FTE en fonction des deux groupes de fonctionnements

	[MES] entrée		Abattement des MES		Temps de séjour		Age au bilan	
	bon fct	dysfct	dysfct	dysfct	bon fct	dysfct	bon fct	dysfct
Normalité p(H ₁ /H ₀)	OUI 0,98	OUI 0,74	OUI 0,54	OUI 0,81	OUI 0,67	OUI 0,30	OUI 0,96	OUI 0,61
Variance p(H ₁ /H ₀)	OUI 0,15		OUI 0,24		NON 0,01		OUI 0,12	
Test	Test t			Test de Wilcoxon		Test t		
Résultats des tests	Pas de différence significative des [MES]entrée entre les 2 groupes de fonctionnement		Pas de différence significative des abattements en MES entre les 2 groupes de fonctionnement		Pas de différence significative des temps de séjour entre les 2 groupes de fonctionnement		Pas de différence significative de l'âge du bilan 24h entre les 2 groupes de fonctionnement	
p(H ₁ /H ₀)	0,22		0,51		0,20		0,28	

Malgré les concentrations moyennes supérieures pour les périodes de dysfonctionnement observées aussi bien en entrée qu'en sortie de FTE, l'analyse statistique n'a pas conclu à une différence significative entre les deux groupes de fonctionnement.

Les tests n'ont pas non plus conclu à une différence significative concernant les rendements de la FTE sur les MES. Les résultats observés dans le tableau 52 conduisent à penser qu'une diminution du temps de séjour moyen pourrait être à l'origine des dysfonctionnements ; là encore les tests statistiques n'ont montré aucune différence significative entre les deux périodes de fonctionnement.

Comme cité précédemment (*cf.* § III.3.3), l'alimentation de la STEP par refoulement peut jouer un rôle sur le fonctionnement de la FTE en favorisant les relargages de MES. Afin de tester cette hypothèse et d'envisager une conclusion sur le rôle de l'alimentation générale de la STEP dans l'apparition de dysfonctionnements, deux groupes de STEP sont réalisés.

Etant donné que l'objectif est de montrer s'il existe ou non des différences significatives en terme d'abattement sur les MES en fonction des conditions d'alimentation des STEP, les deux groupes sont constitués indépendamment du facteur fonctionnement.

Tableau 54 : Effluent en sortie de FTE en fonction de l'alimentation de la STEP

	Alimentation gravitaire					Pompes de refoulement				
	[MES] entrée (mg/L)	[MES] sortie (mg/L)	rendements	temps de séjour (j)	age du bilan 24h (an)	[MES] entrée (mg/L)	[MES] sortie (mg/L)	rendements	temps de séjour (j)	age du bilan 24h (an)
Moyenne	350	137	60%	5,7	3,1	381	130	59%	5,8	3,1
Médiane	320	141	63%	4,9	2,1	366	135	62%	5,3	3,0
Écart-type	113	65	16%	2,9	2,0	150	27	21%	2,2	2,1
Variance	12800	4273	2%	8,1	4,1	22372	743	4%	4,9	4,3
Mini	195	62	38%	2,7	0,5	145	90	10%	3,6	0,0
Maxi	572	300	80%	13,3	7,1	613	166	80%	11,9	6,4
Effectif (STEP)	13					13				

Le tableau 54 montre des concentrations moyennes de MES en sortie de FTE ainsi que des rendements équivalents pour les deux types d'alimentation. Néanmoins, la qualité des effluents en sortie de FTE pour des STEP équipées de pompes de refoulement est plus constante que pour la seconde catégorie, en témoigne l'écart type plus faible ainsi que les mini et maxi respectivement de 90 et 166 mg/L contre 62 et 300 mg/L pour les STEP alimentées gravitairement.

Les deux catégories de STEP reçoivent un effluent équivalent, les temps de séjour ainsi que l'âge de réalisation des bilans 24h ne sont pas non plus différents. Ces observations à partir du tableau ont été vérifiées statistiquement et les résultats n'ont pas conduit à des différences significatives entre les deux catégories d'alimentation.

Ces vérifications sont nécessaires afin de confirmer l'existence ou non de différences significatives de rendements et/ou de [MES] en sortie de FTE entre les deux types d'alimentation.

Tableau 55 : synthèse des tests statistiques réalisés sur les FTE en fonction des deux types d'alimentation

	[MES] sortie		Abattement des MES	
	gravitaire	refoulement	gravitaire	refoulement
Normalité	OUI	OUI	OUI	OUI
$p(H_1/H_0)$	0,77	0,96	0,48	0,77
Variance	OUI		OUI	
$p(H_1/H_0)$	$5,0.10^{-03}$		0,33	
Test	Test de Wilcoxon		Test t	
Résultats des tests	Pas de différence significative des [MES]sortie entre les 2 types d'alimentation		Pas de différence significative des abattements en MES entre les 2 types d'alimentation	
$p(H_1/H_0)$	≈ 1		0,87	

Malgré un écart type relativement élevé sur les MES en sortie de FTE pour les STEP alimentées gravitairement, l'analyse statistique n'a pas conclu à une différence significative entre les deux types d'alimentation.

Les tests n'ont pas conclu à une différence significative concernant les rendements de la FTE sur les MES.

En conclusion, aucune différence significative n'a été observée sur la qualité de l'effluent en sortie de FTE, sur l'abattement des MES réalisé par cet ouvrage ainsi que sur le temps de séjour de l'effluent au sein de la fosse, que ce soit entre les différentes catégories de fonctionnement des STEP ou sur le mode d'alimentation de celles-ci.

Notons qu'il aurait été intéressant de disposer de la surface au miroir de chaque FTE afin de calculer la vitesse ascensionnelle de l'effluent au sein de celles-ci. Un test statistique aurait été intéressant sur ce paramètre. Les données constructeur indiquent une vitesse maximale en débit de pointe de 0,6m/h dans les FTE.

III.5. Influence des charges hydrauliques et organiques sur le fonctionnement

III.5.1. Analyses de la qualité des eaux à traiter

Tableau 56 : concentration moyenne (en mg/L) en entrée de STEP en fonction des deux catégories de fonctionnement

	STEP "bon fonctionnement"				STEP "dysfonctionnement"			
	DCO	DBO ₅	MES	N-NK	DCO	DBO ₅	MES	N-NK
Moyenne	728	293	278	86	863	374	363	99
Médiane	699	276	265	87	864	364	365	98
Écart-type	255	82	120	24	241	124	128	20
Variance	65265	6686	14457	596	58172	15436	16303	420
Mini	337	136	92	55	258	120	78	32
Maxi	1291	427	536	126	1359	710	627	140
Effectif (STEP)	15	15	15	15	33	33	33	32

Le tableau 56 montre des concentrations supérieures sur les différents paramètres analytiques dans la catégorie "dysfonctionnement" par rapport à la catégorie "bon fonctionnement". Ces concentrations sont sensiblement équivalentes à celles observées précédemment sur le jeu de données entier (*cf.* §III.2.1).

Néanmoins, les valeurs extrêmes de concentrations en DCO (DCO <300mg/L et >1300mg/L) sont moins nombreuses (respectivement 3% et 6%) que précédemment pour la catégorie "dysfonctionnement".

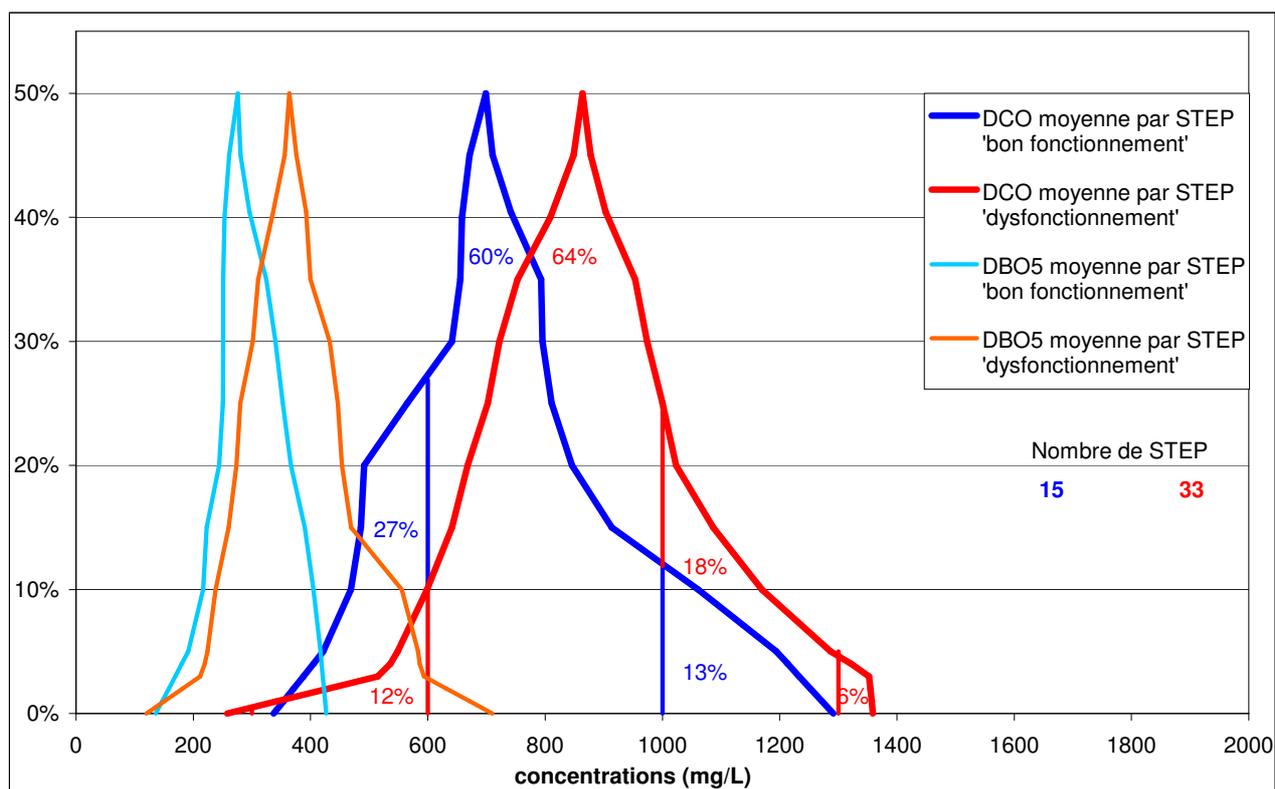


Figure 40 : distribution des concentrations moyennes en DCO et DBO₅ en entrée selon les deux catégories de fonctionnement

La figure 40 montre, comme précédemment (*cf.* § III.2.1), des courbes de distribution de concentrations en DCO et DBO₅ décalées vers des valeurs hautes pour les STEP "dysfonctionnement" par rapport à celles de la catégorie "bon fonctionnement".

Les observations réalisées sur la figure et le tableau précédents montrent que les STEP "dysfonctionnement" reçoivent un effluent plus concentré que les STEP "bon fonctionnement". Afin de confirmer ces observations, les données de chaque catégorie de fonctionnement sont soumises à des tests statistiques.

Tableau 57 : comparaison statistique des deux catégories de fonctionnement vis-à-vis des concentrations des effluents à traiter

	DCO		DBO ₅		MES		N-NK	
	bon fct	dysfct	bon fct	dysfct	bon fct	dysfct	bon fct	dysfct
Normalité p(H ₁ /H ₀)	OUI 0,84	OUI 0,99	OUI 0,63	OUI 0,41	OUI 0,06	OUI 0,99	OUI 0,24	OUI 0,10
Variance p(H ₁ /H ₀)	OUI 0,75		OUI 0,10		OUI 0,84		OUI 0,41	
Test	Test t							
Résultats des tests	Différence non significative des concentrations en DCO entre les 2 types de fonctionnement		Différence significative des concentrations en DBO ₅ entre les 2 types de fonctionnement		Différence significative des concentrations en MES entre les 2 types de fonctionnement		Différence non significative des concentrations en N-NK entre les 2 types de fonctionnement	
p(H ₁ /H ₀)	0,10		0,011		0,034		0,10	

L'analyse statistique, réalisée sur les différents paramètres des deux catégories de fonctionnement, révèle des différences significatives entre les deux groupes sur les paramètres DBO₅ et MES. En revanche cette analyse ne permet pas de confirmer les observations réalisées sur les paramètres DCO et N-NK, les différences étant non significatives pour ces paramètres.

Tableau 58 : composition moyenne des effluents moyens en entrée selon les deux catégories de fonctionnement

	STEP "bon fonctionnement"			STEP "dysfonctionnement"		
	DCO/DBO ₅	DCO/MES	DCO/N-NK	DCO/DBO ₅	DCO/MES	DCO/N-NK
Moyenne	2,50	2,79	8,70	2,39	2,61	9,10
Médiane	2,48	2,70	8,22	2,34	2,47	8,90
Écart-type	0,43	0,70	2,98	0,47	0,70	1,98
Variance	0,19	0,49	8,86	0,22	0,49	3,91
Mini	1,93	1,39	4,11	1,42	1,05	5,21
Maxi	3,20	3,81	14,47	3,44	5,03	13,12
Effectif	15	15	15	33	33	32

Le tableau 58 ne montre pas de différences de qualité entre les 2 catégories de fonctionnement, les ratios étudiés sont assez homogènes, les moyennes et les écarts-types sensiblement équivalents.

Tableau 59 : comparaison statistique des 2 catégories de fonctionnement vis-à-vis de la composition de l'effluent d'entrée

	DCO/DBO ₅		DCO/MES		DCO/N-NK	
	bon fct	dysfct	bon fct	dysfct	bon fct	dysfct
Normalité p(H ₁ /H ₀)	OUI 0,20	OUI 0,58	OUI 0,51	NON 0,02	OUI 0,68	OUI 0,90
Variance p(H ₁ /H ₀)	OUI 0,92		OUI 0,25		NON 0,047	
Test	Test t		Test de Wilcoxon			
Résultats des tests	Différence non significative des ratios DCO/DBO ₅ entre les 2 types de fonctionnement		Différence non significative des ratios DCO/MES entre les 2 types de fonctionnement		Différence non significative des ratios DCO/N-NK entre les 2 types de fonctionnement	
p(H ₁ /H ₀)	0,54		0,25		0,52	

L'analyse statistique (tableau 59), réalisée sur les différents ratios de paramètres, ne révèle pas de différences significatives entre les deux catégories de fonctionnement. La qualité générale de l'effluent en entrée de STEP ne présente donc pas de différences significatives d'une catégorie de fonctionnement à l'autre.

En conclusion, ces résultats confirment ceux obtenus précédemment (*cf.* §III.2.1) à savoir : Malgré des effluents à traiter plus concentrés (de façon significative au niveau de la DBO₅ et des MES) pour les STEP "dysfonctionnement", la qualité générale des effluents reste équivalente pour les deux catégories de fonctionnement et correspond à celle définie pour des eaux usées domestiques.

III.5.2. Comparaison de charges entre les deux catégories de fonctionnement

a) Charges hydrauliques

Comme précédemment, les charges hydrauliques des STEP ont été calculées à partir des bilans 24h et des relevés d'augets basculants ; des moyennes par STEP ont été effectuées afin de pondérer l'impact du nombre variable de données par STEP.⁸

Tableau 60 : taux de charges hydrauliques des STEP selon des deux catégories de fonctionnement (en %)

	STEP "bon fonctionnement"	STEP "dysfonctionnement"
Moyenne	41,6	55,3
Médiane	40,4	56,8
Écart-type	20,0	17,6
Variance	399,7	309,6
Mini	11,4	8,8
Maxi	85,0	93,5
Effectif (STEP)	44	56

Le tableau 60 montre des taux de charges hydrauliques moyens proches de 42% pour les STEP "bon fonctionnement" et de 55% pour les STEP "dysfonctionnement". Les taux de charge minimaux sont de l'ordre de 10% pour les deux catégories et les taux maximaux sont de 85% pour les STEP "bon fonctionnement" et 93% pour les STEP "dysfonctionnement".

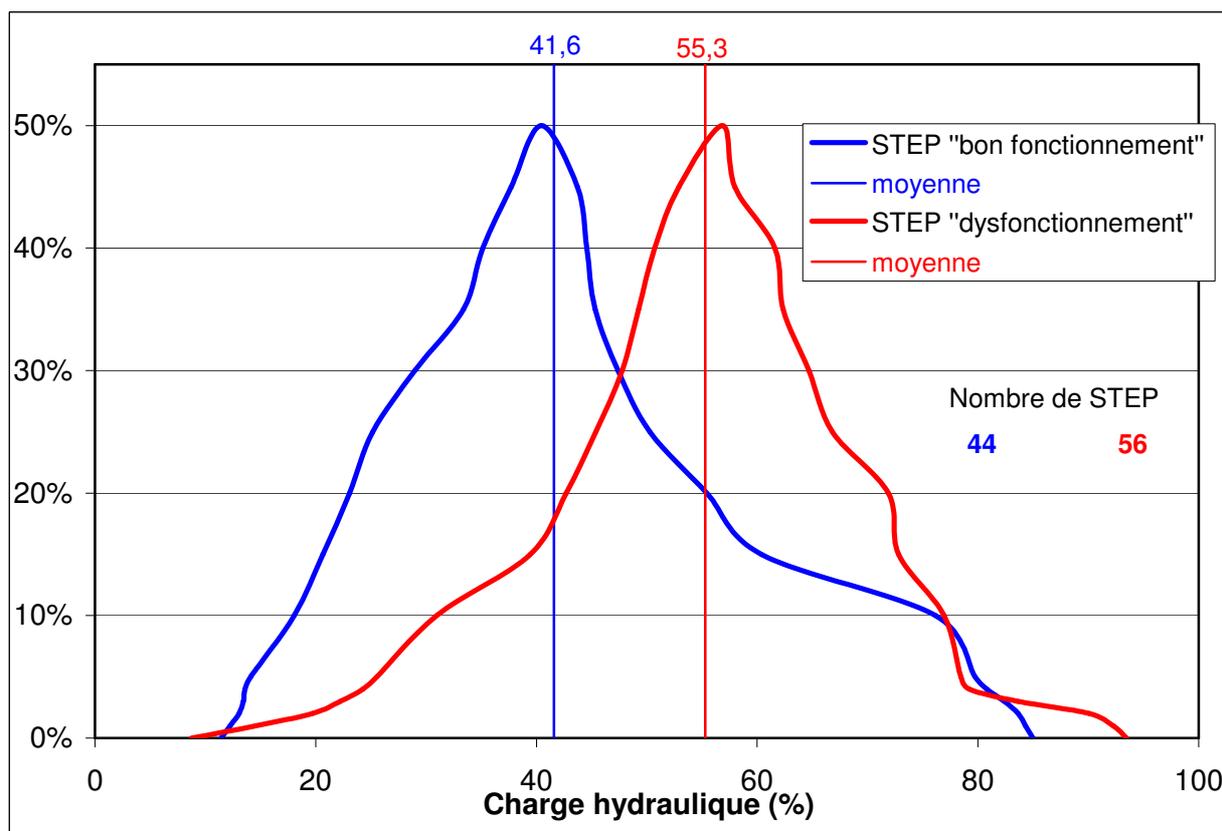


Figure 41 : distribution des taux de charges hydrauliques des deux catégories de fonctionnement

⁸ Pour les STEP soumises à des variations saisonnières, seules les données collectées "hors pointe" sont ici prises en compte afin de ne pas pénaliser la totalité des mesures par le fonctionnement particulier pendant la pointe.

La figure 41 montre la distribution des taux de charges hydrauliques moyens des STEP, centrée sur la médiane pour les 2 catégories de fonctionnement. La lecture de cette figure 40 fournit l'information suivante : 75% des STEP "bon fonctionnement" ont un taux de charge moyen inférieur 50% et que 60% des STEP "dysfonctionnement" ont un taux de charge moyen supérieur à 50%.

Le tableau 60 et la figure 41 précédents laissent penser que les STEP "dysfonctionnement" auraient des taux de charges hydrauliques supérieurs aux STEP "bon fonctionnement". Afin de valider ces observations, les données sont soumises à des tests statistiques.

Tableau 61 : comparaison statistique des distribution des taux de charges hydrauliques des deux catégories de fonctionnement

	STEP "bon fonctionnement"	STEP "dysfonctionnement"
Normalité p(H ₁ /H ₀)	OUI 0,80	OUI 0,99
Egalité des variances p(H ₁ /H ₀)		OUI 0,37
Test		Test t
Résultats des tests p(H ₁ /H ₀)	Différence significative entre les taux de charges hydrauliques des 2 catégories 5,5 10 ⁻⁴	

L'analyse statistique effectuée montre qu'il existe effectivement une différence significative au niveau des taux de charges hydrauliques moyens de 2 catégories de fonctionnement.

A partir de ces résultats, il est possible de conclure que les STEP "dysfonctionnement" reçoivent une charge hydraulique moyenne plus importante que la catégorie "bon fonctionnement", les taux moyen étant respectivement de 55 % ("dysfonctionnement") et 42% ("bon fonctionnement").

b) Charges organiques

Comme précédemment, les charges organiques des STEP ont été calculées à partir des bilans 24h, des moyennes par STEP ont été effectuées afin de pondérer l'impact du nombre variable de données par STEP.⁹

Tableau 62 : taux de charges organiques des STEP selon des deux catégories de fonctionnement (en %)

	STEP "bon fonctionnement"	STEP "dysfonctionnement"
Moyenne	46,5	55,8
Médiane	48,8	55,1
Écart-type	22,6	22,5
Variance	513	507
Mini	3,8	22,2
Maxi	75,0	98,2
Effectif (STEP)	11	30

Pour la catégorie "bon fonctionnement", la moyenne du taux de charge organique est de 46% ; pour la catégorie "dysfonctionnement", elle est de 56%. Les taux de charge minimaux sont de 4% pour les STEP "bon fonctionnement" et 20% pour les STEP "dysfonctionnement" et les taux maximaux sont respectivement de 75% et 98%.

⁹ Pour les STEP soumises à des variations saisonnières, seules les données collectées "hors pointe" sont ici prises en compte afin de ne pas pénaliser la totalité des mesures par le fonctionnement particulier pendant la pointe.

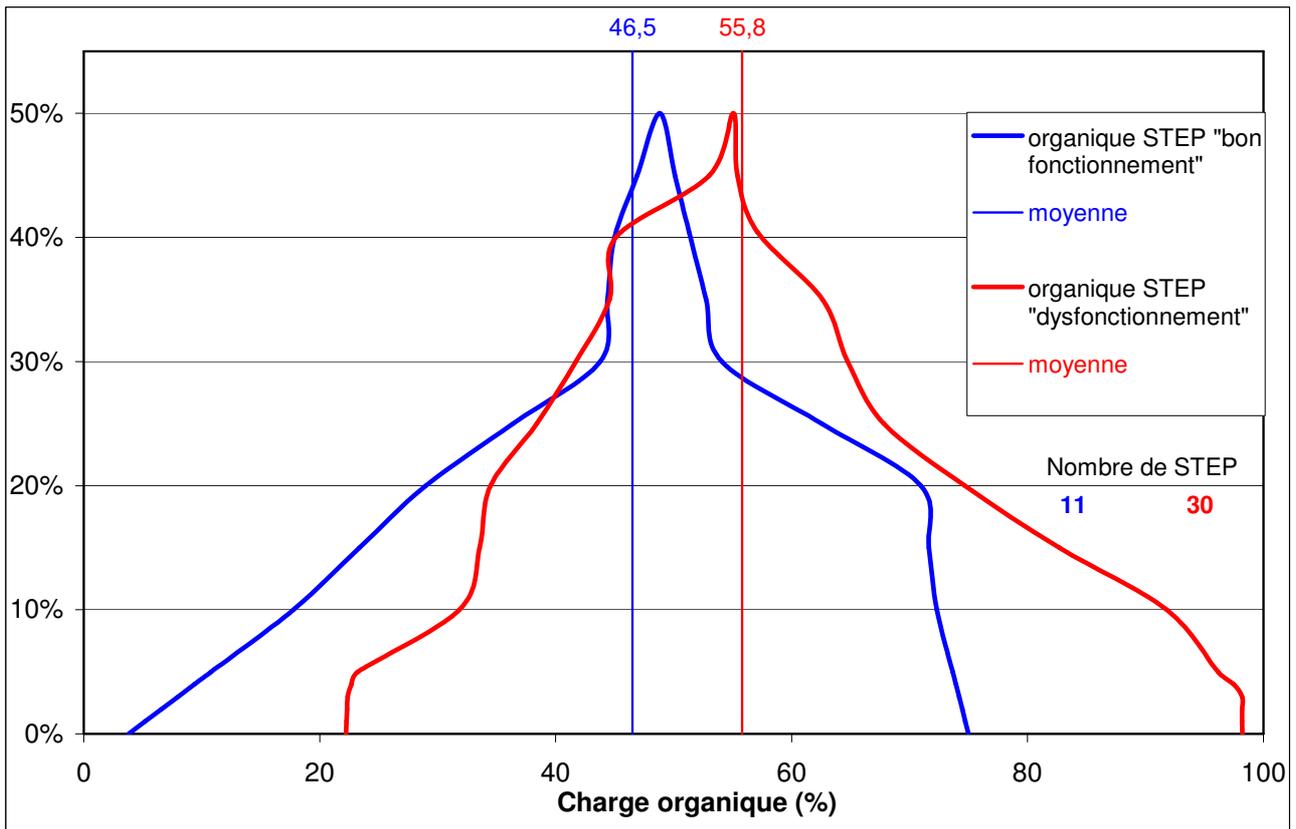


Figure 42: distribution des taux de charges organiques des deux catégories de fonctionnement

La figure 42 montre la distribution, centrée sur la médiane, des différentes catégories de fonctionnement en fonction des taux de charge organique des STEP.

Malgré des moyennes a priori différentes entre les deux catégories, une superposition plus importante des courbes de distribution des taux de charges organiques par rapport à celles des taux de charges hydrauliques est observée.

D'après le tableau et la figure précédents, il apparaît que les STEP "dysfonctionnement" ont des taux de charges organiques supérieurs aux STEP "bon fonctionnement". Afin de valider ces observations, les données sont soumises à des tests statistiques.

Tableau 63 : synthèse des tests statistiques réalisés sur les charges organiques des deux catégories de STEP

	STEP "bon fonctionnement"	STEP "dysfonctionnement"
Normalité	OUI	OUI
$p(H_1/H_0)$	0,81	0,80
Egalité des variances	OUI $p(H_1/H_0) = 0,91$	
Test	Test t	
Résultats des tests	Pas de différence significative entre les taux de charges organiques des 2 catégories de fonctionnement	
$p(H_1/H_0)$	0,26	

L'analyse statistique effectuée sur les taux de charges organiques montre qu'il n'existe pas de différence significative des taux de charges moyens de chaque catégorie.

A partir de ces résultats, il n'est pas possible de conclure que les STEP "dysfonctionnement" reçoivent une charge organique moyenne plus importante que les STEP "bon fonctionnement".

Ces résultats peuvent être expliqués par la période d'échantillonnage des bilans 24h réalisés sur les STEP "bon fonctionnement" ; la tendance est forte de réaliser des bilans lorsque l'ouvrage reçoit un taux de charge organique important, ce qui peut conduire à surévaluer le taux moyen de charges organiques. Par ailleurs, les taux de charges, dépendants du nombre de raccordements peuvent augmenter dans le temps ; les taux de charges pour chaque STEP, calculés en valeur moyenne masquent partiellement cette évolution.

III.5.3. Analyse détaillée de l'évolution des charges des STEP "dysfonctionnement"

Afin d'affiner l'analyse des taux de charges vis à vis des deux catégories de fonctionnement, les bilans 24h des STEP "dysfonctionnement" sont différenciés selon l'historique de leur fonctionnement :

- Période de "bon fonctionnement" : pendant cette période, la filière présente les mêmes caractéristiques que les STEP "bon fonctionnement" (cf: §I.4.1).
- Période de "dysfonctionnement" : pendant cette période, la filière présente les mêmes caractéristiques que les STEP "dysfonctionnement" (cf: §I.4.1).

L'analyse porte alors sur les charges hydrauliques et sur les charges organiques des STEP pour lesquelles les données décrivent les deux périodes existant.

a) Charges hydrauliques

La méthodologie de calcul des taux de charges hydrauliques moyens des STEP reste identique.

Tableau 64 : taux de charges hydrauliques des STEP "dysfonctionnement" en fonction des périodes de bon fonctionnement et de dysfonctionnement

	STEP "dysfonctionnement"		Rappel STEP	
	Période de bon fonctionnement	Période de dys-fonctionnement	STEP "bon fonctionnement"	STEP "dys-fonctionnement"
Moyenne	44,5	58,9	41,6	55,3
Médiane	43,1	58,2	40,4	56,8
Écart-type	15,2	14,3	20	17,6
Variance	231	203	399	309
Mini	19,2	23,8	11,4	8,8
Maxi	77,9	87,5	85	93,5
Effectif (STEP)	21	19	44	56

Le tableau 64 montre des taux de charges hydrauliques moyens autour de 44% pour les périodes de bon fonctionnement et 59% pour les périodes de dysfonctionnement.

Pour rappel, les taux de charges moyens pour les STEP "bon fonctionnement" et "dysfonctionnement" étaient respectivement de 42% et 55%.

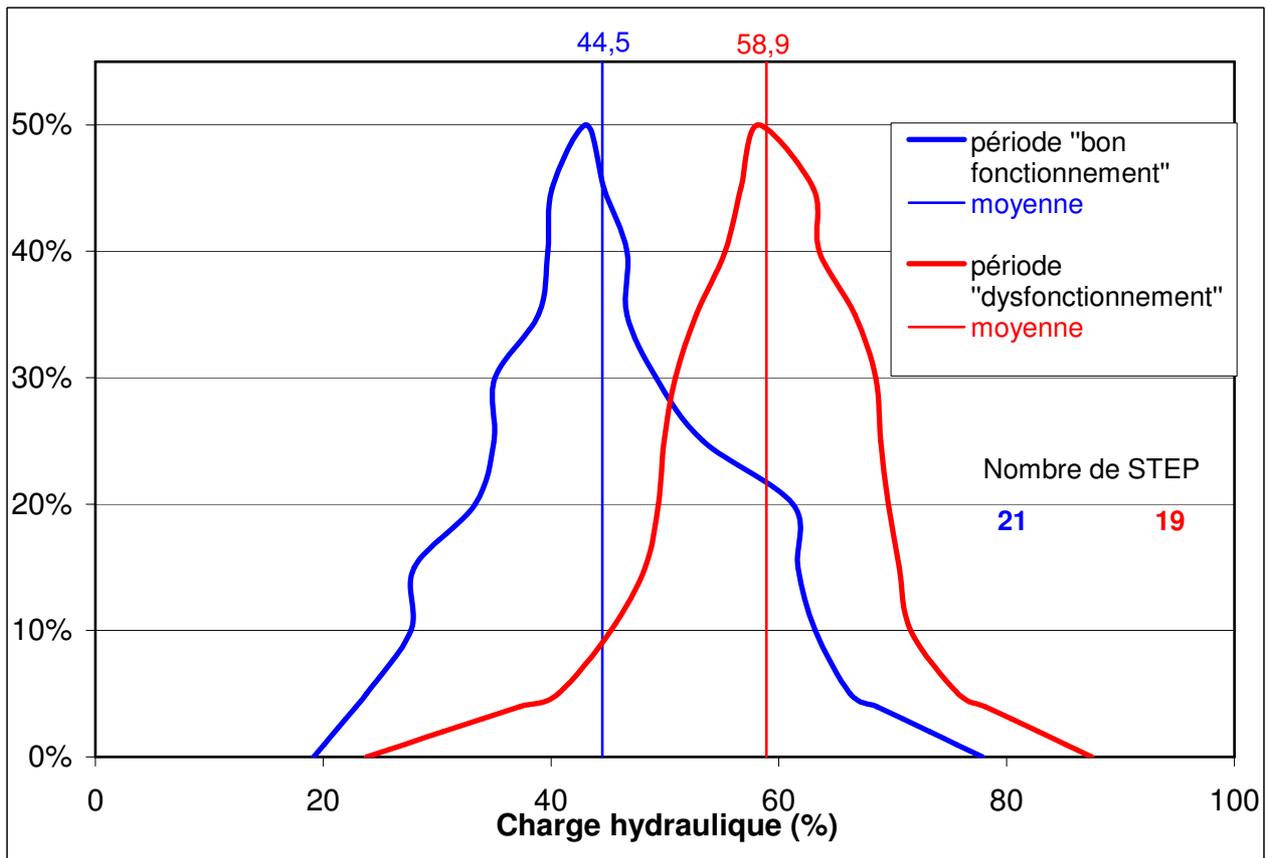


Figure 43 : distribution des taux de charges hydrauliques pendant les 2 périodes des STEP "dysfonctionnement"

Tableau 65 : synthèse des tests statistiques réalisés sur les charges hydrauliques des périodes de bon fonctionnement et de dysfonctionnement des STEP "dysfonctionnement"

	période de bon fonctionnement	période de dysfonctionnement
Normalité	OUI	OUI
$p(H_1/H_0)$	0,81	0,73
Egalité des variances	OUI	
	$p(H_1/H_0) = 0,79$	
Test	Test t	
Résultats des tests	Différence significative entre les taux de charges hydrauliques des deux périodes de fonctionnement	
$p(H_1/H_0)$	$3,7.10^{-3}$	

L'analyse statistique effectuée montre qu'il existe effectivement une évolution significative des taux de charges hydrauliques moyens des STEP "dysfonctionnement".

A partir de ces résultats, il est possible de conclure que les STEP "dysfonctionnement" reçoivent une charge hydraulique moyenne de 44% pendant leur période de bon fonctionnement, ce taux de charge passant à 59 % lors des périodes de dysfonctionnement.

Au sein d'une même STEP, le suivi de l'évolution de son taux de charge hydraulique en lien avec l'évolution de son fonctionnement permet de mieux sérier les limites hydrauliques globales de la filière.

La figure 44 ci-dessous constitue une présentation différente de la figure 43 ; pour une classe de charge donnée, la figure 44 affiche la proportion d'ouvrages en "bon fonctionnement" et en "dysfonctionnement"

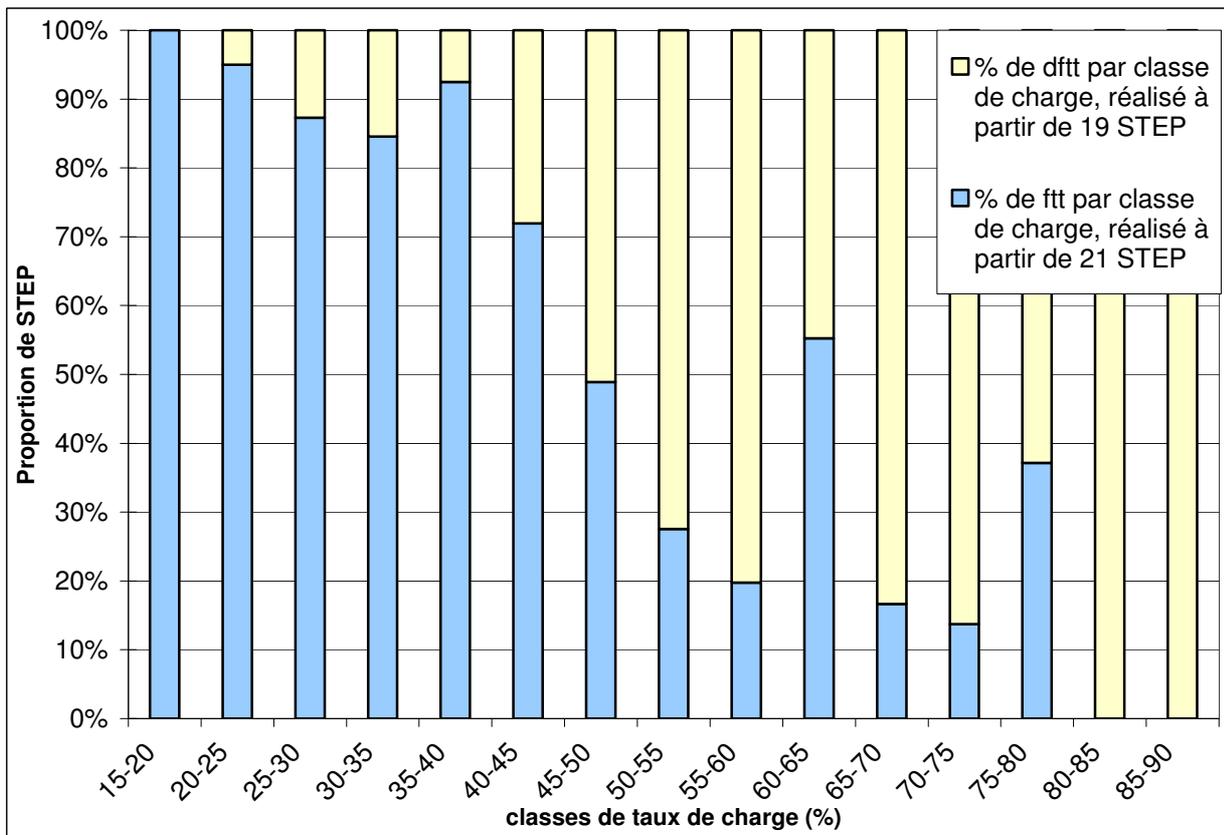


Figure 44 : Proportion des situations de "bon fonctionnement" ou "dysfonctionnement" par classes de charge hydraulique"

Lorsque le taux de charge hydraulique moyen atteint la classe 45-50%, les filières sont à part égale en "bon fonctionnement" ou en "dysfonctionnement".

Lorsque le taux de charge hydraulique moyen dépasse le seuil de 35-40% correspondant à une lame d'eau journalière de 10 cm, environ 80% des filières répondent à un "bon fonctionnement" alors que un peu moins de 20% se trouvent dans le groupe "dysfonctionnement".

L'évolution rapide vers un état de dysfonctionnement suite au passage de classe de charge 35-40% à celle de 45-50% (apport supplémentaire moyen d'une hauteur d'eau de 2,5 cm/m² de filtre¹⁰) confirme la nécessité d'un strict contrôle des charges hydrauliques.

L'étude retient que le taux de charge hydraulique doit être inférieur à 40% ce qui correspond à limiter l'apport journalier sur des filtres à zéolite en assainissement collectif à une lame d'eau de hauteur maximale de 10 cm.

¹⁰ 100% de la charge hydraulique correspondrait à un apport journalier d'une lame d'eau de 25cm

b) Charges organiques

La méthodologie de calcul des taux de charges organiques moyens des STEP reste identique

Tableau 66 : taux de charges organiques (en %) des STEP "dysfonctionnement" en fonction des périodes de bon fonctionnement et de dysfonctionnement

	STEP "dysfonctionnement"		Rappel STEP	
	Période de bon fonctionnement	Période de dysfonctionnement	STEP "bon fonctionnement"	STEP "dysfonctionnement"
Moyenne	45,8	58,5	46,5	55,8
Médiane	43,2	62,0	48,8	55,1
Écart-type	17,8	14,4	22,6	22,5
Variance	315,1	208,2	513,0	507,4
Minimum	22,2	33,1	3,8	22,2
Maximum	72,0	78,2	75,0	98,2
Effectif (STEP)	9	10	11	30

Le tableau 66 montre des taux de charges organiques moyens proche de 46% pour les périodes de bon fonctionnement et de 59% pour les périodes de dysfonctionnement. La différence entre des deux médianes accentue cet écart de taux de charge organique entre les deux périodes ainsi que la faible valeur de l'écart-type de la période "dysfonctionnement".

Pour rappel, les taux de charges moyens pour les STEP "bon fonctionnement" et "dysfonctionnement" sont respectivement proches de 46% et 56%.

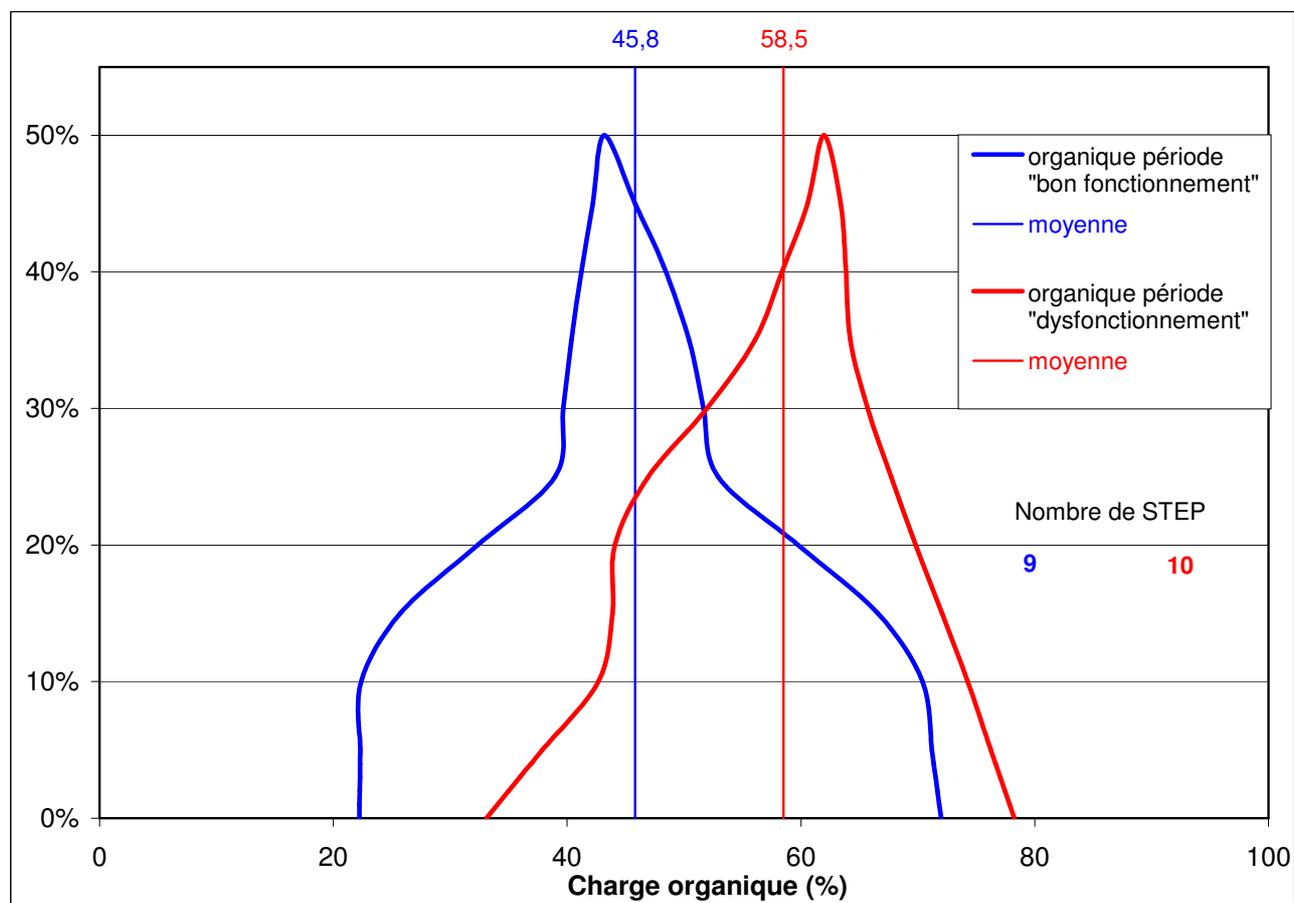


Figure 45 : distribution des taux de charges organiques pendant les 2 périodes des STEP "dysfonctionnement"

Tableau 67 : synthèse des tests statistiques réalisés sur les charges organiques des périodes de bon fonctionnement et de dysfonctionnement des STEP "dysfonctionnement"

	période de bon fonctionnement	période de dysfonctionnement
Normalité $p(H_1/H_0)$	OUI 0,46	OUI 0,74
Variance $p(H_1/H_0)$		OUI 0,55
Test	Test t	
Résultats des tests	Pas de différence significative entre les taux de charges organiques des deux périodes de fonctionnement	
$p(H_1/H_0)$	0,11	

L'analyse statistique effectuée montre qu'il n'existe pas de différence significative des taux de charges organiques moyens pendant les deux périodes. Il n'est pas possible de conclure que les STEP "dysfonctionnement" en période de dysfonctionnement reçoivent une charge organique significativement supérieure à celles reçues en période de bon fonctionnement.

Néanmoins, il n'est pas non plus possible de conclure que les taux de charges organiques des deux périodes de fonctionnement sont équivalents. Afin de poursuivre l'analyse, il faudrait disposer de davantage de données, les effectifs à disposition étant réduits à 9 ou 10 données.

III.6. Analyse du cas particulier des variations saisonnières

III.6.1. Effectif des STEP soumises à des variations saisonnières

L'analyse des cas de variations saisonnières est réalisée à partir de la même base de données de STEP restreinte décrite au § III 2.5. Dans cette base, on dénombre 36 STEP soumises à variations de charge, soit 31 % de l'effectif.

Tableau 68 : distribution des STEP avec/sans variation saisonnière

	STEP "bon fonctionnement"		STEP "dysfonctionnement"	
	en %	en nbre	en %	en nbre
AVEC variations saisonnières	38%	20	25%	16
SANS variations saisonnières	62%	33	75%	47
Effectif (STEP)	100%	53	100%	63

D'après le tableau 68, 38% des STEP "bon fonctionnement" et 25% de la catégorie "dysfonctionnement" extraites de la base de données restreinte sont soumises à des variations de charges saisonnières.

Une analyse de Khi 2 sur les répartitions des STEP soumises ou non à des variations saisonnières n'a pas montré de différence significative de distribution entre les deux catégories de fonctionnement ($p(H_1/H_0) = 0,22$). En conclusion de cette analyse statistique, les STEP présentent des états de "bon fonctionnement" ou de "dysfonctionnement" d'un niveau équivalent qu'elles soient soumises ou non à des variations saisonnières.

III.6.2. Evaluation du facteur d'accroissement de charges pendant la pointe

La méthodologie de calcul des taux de charges hydrauliques et organiques moyens des STEP reste identique aux analyses précédentes mais portent sur la totalité des données disponibles, concernant aussi la période de pointe.

L'analyse de l'impact de l'évolution des charges entrantes dues aux variations saisonnières est réalisée pour des STEP appartenant à la catégorie "bon fonctionnement", celles en "dysfonctionnement" étant naturellement exclues, puisque l'analyse des taux de charge portait, à l'origine, uniquement sur la période "hors pointe".

On ne retient que les STEP disposant de données pour les deux périodes de fonctionnement : période de pointe et période hors pointe.

Le nombre total de STEP disponibles pour cette analyse est de 11 pour les charges hydrauliques et seulement 2 pour les charges organiques.

Pour information, les taux moyens de charges organiques (en DCO) pour les périodes "hors pointe" et "pointe" sont respectivement de 39 et 48%. Etant donné le faible nombre de STEP disposant de données de charges organiques, pour les deux périodes de fonctionnement, l'étude de l'impact des variations saisonnières ne portera que sur les charges hydrauliques.

Tableau 69 : taux de charges hydrauliques des STEP selon les périodes de variations saisonnières (en %)

	Période		Ratio	
	hors pointe	pointe	pointe/ hors pointe	pointe / taux de charge corrigée*
Moyenne	46,5	72,2	1,87	1,81
Médiane	43,9	65,5	1,61	1,64
Écart-type	23,5	28,7	1,07	0,72
Variance	551,1	823,3	1,14	0,51
Mini	13,7	41,0	0,97	1,03
Maxi	85,0	148,8	4,72	3,72
Effectif (STEP)	11	11	11	11

*taux de charge hydraulique corrigé = 40% de la charge hydraulique constructeur (cf. § III.5.3)

Le tableau 69 montre des taux de charges hydrauliques moyens de 46% pour les périodes "hors pointe", taux de charge en accord avec les observations précédentes (cf. § III.5.2 et III.5.3). Pour les périodes de pointe, le taux de charges hydrauliques moyen est d'environ 72%. Les valeurs extrêmes des maxima en pointe et hors pointe sont surprenantes et mériteraient une analyse détaillée du dossier complet de cette STEP particulière.

Les ratios pointe/hors pointe effectués sur chaque STEP montrent qu'en moyenne les stations reçoivent une charge hydraulique 1,9 fois supérieure pendant les périodes de pointe par rapport au reste de l'année. La valeur de la médiane, plus faible se situe autour de 1,6.

En prenant comme référence de charge hydraulique corrigée la valeur de 10 cm de hauteur d'eau par jour sur les filtres à zéolite, soit un taux de 40% de la charge hydraulique (cf. § III.5.3), les STEP reçoivent en moyenne une charge hydraulique 1,8 fois supérieure pendant les périodes de variations saisonnières par rapport au reste de l'année, la médiane se situant autour de 1,65.

III.6.3. Impact des charges hydrauliques sur le fonctionnement des STEP soumises à variation de charges

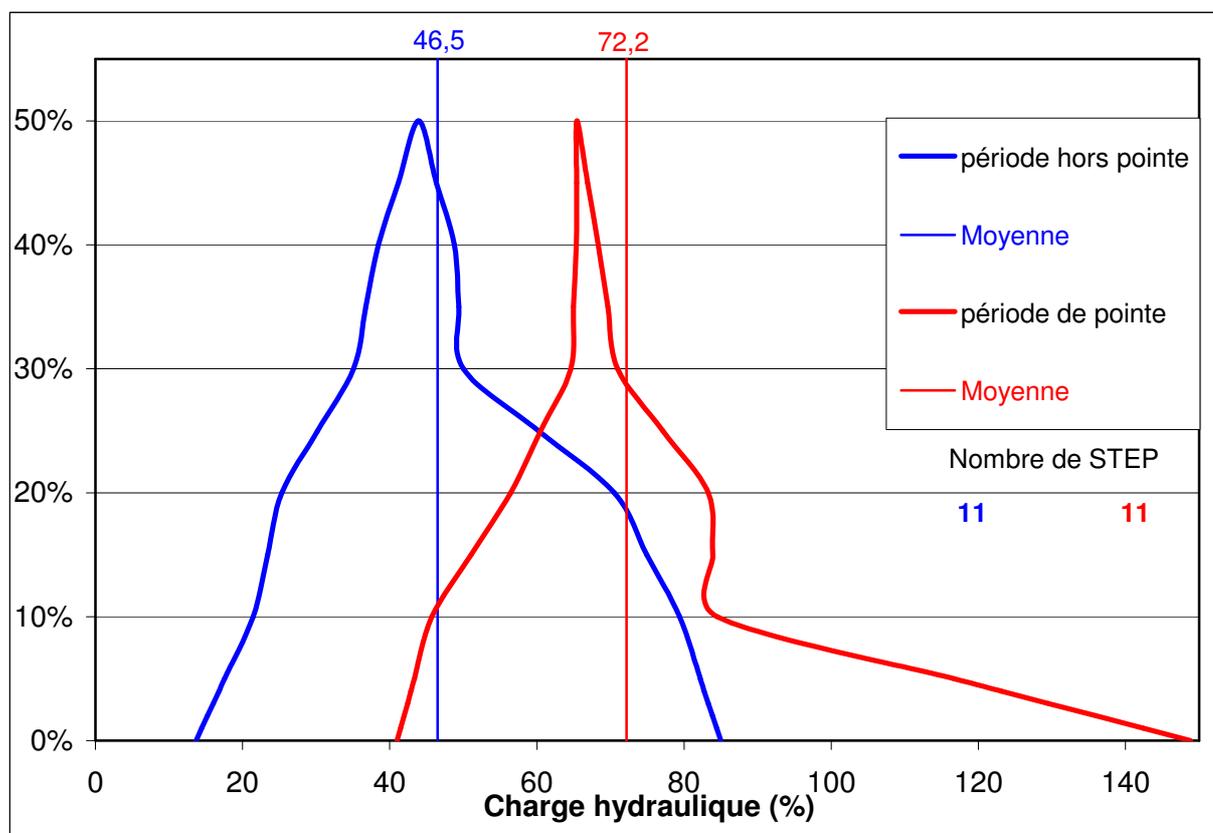


Figure 46 : distribution des taux de charges hydrauliques pendant les 2 périodes des STEP "dysfonctionnement"

La figure 46 montre des différences de distribution entre les charges hydrauliques reçues pendant les deux périodes. Les courbes ont la même allure mais un décalage vers les valeurs fortes de taux de charges hydrauliques est observé pour les périodes de pointe

Le tableau 70 montre le classement individualisé des données de 11 STEP selon la fréquentation de pointe ou hors pointe. Au total, 27 bilans 24h et prélèvements ponctuels sont disponibles pour chaque période étudiée.

Tableau 70 : Classement individualisé en "bon fonctionnement" ou "dysfonctionnement" des données de STEP selon les périodes de fréquentation.

	Période hors pointe		Période de pointe	
	en%	nbre	en%	nbre
"bon fonctionnement"	81,5%	22	70,4%	19
"dysfonctionnement"	18,5%	5	29,6%	8
Effectif (bilan24h + pp)	100%	27	100%	27

Une légère augmentation du nombre d'analyses qualifiant de "dysfonctionnement" est observée lors des pointes saisonnières : 30% en pointe contre 18% hors pointe. Néanmoins, le test de Khi 2 réalisé sur le tableau de contingence n'a pas montré de différence significative entre les deux distributions.

Tableau 71 : synthèse des tests statistiques réalisés sur les charges hydrauliques des périodes hors pointe ou de pointe

	pointe	
	Période hors pointe	Période de pointe
Normalité	OUI	OUI
$p(H_1/H_0)$	0,86	0,46
Egalité des variances	OUI	
	$p(H_1/H_0) = 0,54$	
Test	Test t pour échantillons appariés	
Résultats des tests	Différence significative entre les taux de charges hydrauliques des périodes hors variations et variations saisonnières	
$p(H_1/H_0)$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	

L'analyse statistique effectuée montre qu'il existe effectivement une différence significative entre les taux de charges hydrauliques moyens des STEP pour les périodes hors variations et variations saisonnières.

A partir des résultats statistiques, il est possible de conclure que les STEP soumises à des variations de charges peuvent supporter une surcharge hydraulique d'un facteur 1,6 (médiane) à 1,8 (moyenne) c'est à dire recevoir une hauteur d'eau quotidienne sur les filtres de 16 à 18 cm.

Ces données mériteraient d'être enrichies par des notions de durée admissible de la surcharge. La lecture des cahiers des charges mentionne le plus souvent que la période de pointe concerne les 2 mois d'été. Les bilans 24h étant réalisés au cœur de l'affluence, ils reflètent la pointe extrême et un suivi en continu permettrait d'évaluer précisément l'évolution des charges à traiter.

Il convient de rester prudent sur l'interprétation de ces résultats extraits 27 bilans ou prélèvements ponctuels concernant un effectif réduit de 11 STEP.

C'est pourquoi la conclusion est formulée de la façon suivante :

Adaptés aux cas des pointes estivales, les filtres à zéolite ont capacité à recevoir une surcharge hydraulique maximale évaluée à une lame d'eau journalière de 15 cm pendant la période de pointe dont la durée reste strictement inférieure à 2 mois. Pendant le reste du temps, la charge hydraulique journalière admissible de 10cm d'eau devrait conduire, dans 80% des situations, à un état de "bon fonctionnement".

IV. Conclusions

L'étude, intitulée "Les filtres à zéolite en assainissement collectif. Etat des lieux et analyse du fonctionnement" a été réalisée par le *Cemagref* en s'appuyant sur un comité de pilotage et un comité scientifique et technique créés pour l'occasion. Cette étude fait suite à une sollicitation de l'Association des Maires Ruraux de France (AMRF) et plusieurs interpellations directes par des maîtres d'ouvrage, des Conseils Généraux et des maîtres d'œuvre sur la façon de remédier à des dysfonctionnements qu'ils ont pu constater sur un certain nombre d'installations de ce type. Elle a été réalisée avec le soutien financier de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) et de l'AMRF.

Les données sur lesquelles ce rapport se fonde ont été obtenues grâce à un questionnaire adressé à tous les SATESE ou leurs homologues. Le taux de réponse, que l'on peut presque qualifier d'exceptionnel est supérieur à 80%. Il permet d'asseoir pleinement la méthodologie envisagée à l'origine et la rend complètement légitime.

L'enquête a permis d'identifier 175 stations d'épuration équipées de filtres à zéolite, installées dans 29 départements.

L'état des lieux est le suivant :

La filière s'est développée entre 1994 et 2007, avec une mise en œuvre la plus importante autour des années 2000. L'unique constructeur : "EPARCO Assainissement" ne propose plus cette filière en assainissement collectif depuis 2008.

Les stations d'épuration sont en moyenne¹¹ de petite taille (120 EH), sur une gamme s'étalant de 10 EH à 510 EH. La capacité cumulée des ouvrages installés correspond à un peu plus de 20 000 EH.

Les projets sur lesquels les stations ont été établies, se basent sur un réseau de collecte de type séparatif dans 92 % des cas) et des eaux usées collectées de nature exclusivement domestique dans 96% des cas.

Les seuils de rejet attendus suivent le plus souvent la législation en vigueur pour ces petites collectivités (niveau e-NK1 ou niveau D4 selon les dates de mise en œuvre) ; quelques rares ouvrages (au nombre de 12 sur les 175) sont complétés d'un filtre à sable en vue de répondre à des exigences plus contraignantes.

Dans plus de 90% des situations, l'exploitation de la station est conduite en régie directe, communale ou intercommunale.

¹¹ Tous les résultats de cette conclusion ne mentionnent, pour des raisons synthétiques, que la valeur moyenne des données qu'il convient de compléter avec d'autres éléments, tels que, par exemple, la médiane, l'écart-type et le nombre de données. Ces diverses valeurs sont mentionnées dans le rapport.

La description, au fil de l'eau de la filière classique est la suivante :

- un dégrillage,
- un limiteur de débit,
- une fosse toutes eaux,
- un préfiltre,
- un deuxième limiteur de débit,
- un ouvrage réservoir muni d'un dispositif d'évacuation séquentiel : auget ou pompes puis
- un filtre garni de zéolite.

L'installation du dégrillage et des deux limiteurs de débit n'est pas systématique.

Dans le but d'accroître l'aération du massif de zéolite, le filtre peut être équipé de l'un ou des deux dispositifs suivants :

- extracteurs d'air statique, reliés aux drains de récupération des eaux traitées,
- puits d'aération, installés au sein même du massif de zéolite.

L'analyse des données de construction montre que :

- les limiteurs de débit, en amont de la fosse toutes eaux et/ou en amont du filtre à zéolite, absents au début du développement de la filière, sont systématiquement installés à partir des années 2000 ;
- le volume de la Fosse Toutes Eaux est variable selon les classes de taille des installations : le temps de séjour moyen est de 2,2 jours pour les tailles supérieures à 100 EH mais atteint 3,3 jours pour des tailles inférieures à 50 EH ;
- le préfiltre est d'un volume unique de 3 m³;
- le filtre est dimensionné selon une surface spécifique quasi-constante et fixée à 0,6 m²/EH ;
- quelques installations sont munies d'extracteurs statiques dès 1995 mais leur pose dès la construction ne devient prépondérante qu'après l'an 2000,
- l'installation de puits d'aération à la construction n'est pas systématique et concerne 20 à 40% du parc mis en œuvre chaque année.

Les données de fonctionnement recensées grâce à l'enquête concernent 152 stations d'épuration sur lesquelles ont été réalisés 154 bilans 24h et 1369 prélèvements ponctuels ayant fait l'objet d'analyses.

La validation de la représentativité du suivi des compteurs de basculements d'auget par analyse statistique a conduit à leur prise en compte dans la base de données. Suite à la même démarche d'ordre statistique, les valeurs analytiques issues des prélèvements ponctuels réalisés sur le rejet ont également été intégrées.

Les concentrations des eaux usées à traiter s'établissent, en moyenne, à 810 mg/L pour le paramètre DCO, à 330 mg/L pour la DBO₅, à 325 mg/L pour les MES et à 90 mg/L pour l'azote Kjeldahl. Ces valeurs sont caractéristiques d'un réseau de type séparatif, tel que souhaité dans le dossier "constructeur".

Le ratio moyen DCO/DBO₅ de 2,58 confirme la nature essentiellement domestique des eaux à traiter.

Les stations fonctionnent, en moyenne, à un taux charge hydraulique de 60%¹², la moitié de l'effectif fonctionne à un taux de charge inférieur à 53%, les extrêmes étant de 9% et 249%. Cette sous charge hydraulique, non classique en milieu rural, peut s'expliquer par la nature des réseaux de collecte de type séparatif, ainsi que par la présence des limiteurs de débits dont l'étude n'a pu identifier l'impact séparé de chacun d'entre eux.

Quant au taux moyen de charge organique défini à partir du paramètre DCO, il s'établit en moyenne à 60%¹³. La moitié de l'effectif fonctionne à un taux de charge compris entre 30 et 80% et 24% de l'effectif reçoit un taux de charge supérieure à 80%. Cette sous charge organique est le reflet d'une situation classique pour un parc relativement jeune.

Le rendement moyen des fosses toutes eaux se situe autour de 60% pour les MES et aux environs de 40% pour les DCO et DBO₅. L'effluent moyen sortant des ouvrages présente la composition suivante : 125 mg/L pour les MES, 500 mg/L pour la DCO et 200 mg/L pour la DBO₅.

Dans 50% des cas, les fréquences de vidange des Fosses Toutes Eaux montrent un respect des préconisations du constructeur en la matière. Pour les ouvrages recevant une charge organique modérée, des fréquences plus espacées auraient pu s'envisager.

La charge organique surfacique journalier moyenne appliquée aux filtres à zéolite a été calculée à partir des rendements de la fosse toutes eaux. Elle s'établit à un taux de 120g de DCO/m².j⁻¹. Ce taux est important eu égard aux valeurs rencontrées pour des filières appartenant à la même famille des cultures fixées sur support fin.

La qualification de l'état des installations en 2 catégories "bon fonctionnement" et "dysfonctionnement" a fait l'objet d'une réflexion globale autour :

- des paramètres analytiques qualifiant le rejet de la station et leur conformité vis à vis des seuils de qualité attendus,
- des observations visuelles de colmatage mentionnées lors des visites.

La méthodologie est détaillée dans le chapitre 1 de ce rapport ; les seuils des critères retenus pour définir un état de "bon fonctionnement" sont relativement peu contraignants. Par voie de conséquence, la qualification "dysfonctionnement" n'est effective que lorsque l'état de dysfonctionnement est largement établi.

C'est ainsi que 53 % du parc a été classé en "dysfonctionnement" et 29 % a été classé en "bon fonctionnement". Pour les 19 % de cas restants, les données étaient soit insuffisamment stabilisées, soit d'un effectif trop restreint pour permettre un classement de la STEP dans l'une ou l'autre des 2 catégories.

¹² Base hydraulique, taux à 100%= 150L par jour et par habitant

¹³ Base organique, taux à 100% pour la DCO= 120g par jour et par habitant

Dans un deuxième temps, pour tenter d'identifier les causes d'une telle situation, il a été créé une nouvelle base de données. Tous les ouvrages ont été évalués par rapport à un seuil de qualité unique, correspondant à l'exigence la moins contraignante ; les valeurs seuils à ne pas dépasser sont les suivantes :

Paramètres	DCO	DBO ₅	MES	N-NK
Valeurs seuils en mg/L	125	25	35	40

La méthodologie précédente, introduisant également les observations visuelles du colmatage, a été reprise.

Les STEP ont alors été triées au cas par cas. Afin d'éviter des biais dans l'analyse statistique, certaines STEP fonctionnant dans des situations différentes de celles définies dans le cahier des charges ont éventuellement été exclues de la base de données. Les critères d'exclusion ont porté sur l'un au moins des éléments suivants :

- la qualité de l'effluent (eaux claires parasites, effluent particulièrement concentré) ou un effluent d'origine non domestique,
- des surcharges hydrauliques,
- des surcharges organiques,
- des consignes de vidange de la fosse toutes eaux non strictement respectées (pour les STEP de la catégorie "dysfonctionnement" uniquement).

L'échantillon a ainsi été réduit à 116 STEP se répartissant en 2 catégories :

- 53 STEP en "bon fonctionnement"
- 63 STEP en "dysfonctionnement"

Ces 2 catégories ont alors fait l'objet d'une analyse statistique comparative détaillée vis à vis de très nombreux critères, notamment le fonctionnement de la fosse toutes eaux. Le plus souvent, les 2 catégories ont été considérées comme statistiquement équivalentes.

La nature de l'alimentation générale en eaux brutes constitue l'un des facteurs explicatifs du "dysfonctionnement" ; le type "alimentation par pompes" comparé au type "alimentation gravitaire" étant significativement plus présent dans la catégorie "dysfonctionnement".

Toujours d'un point de vue statistique, les distributions des charges hydrauliques des 2 catégories ont montré des différences significatives. Le taux de charge moyen des STEP en "bon fonctionnement" est de 41,6 % alors que celui des STEP en "dysfonctionnement" s'élève à 55,3%. L'analyse plus fouillée des données a conduit à la conclusion suivante : si les taux de charge hydrauliques restent inférieurs à environ 40%, 80% des ouvrages peuvent être classés dans la catégorie "bon fonctionnement". Ce taux de 40% correspond à un apport journalier d'une lame d'eau de 10 cm sur le filtre à zéolite.

L'analyse des ouvrages soumis à variation de charges saisonnières permettrait de conclure qu'il est possible, tout en maintenant la STEP en situation de "bon fonctionnement" d'autoriser des surcharges hydrauliques d'un facteur 1,5 d'une durée strictement limitée à 2 mois en période estivale. Cela reviendrait à permettre des apports journaliers temporaires d'une lame d'eau de 15 cm sur le filtre à zéolite.

Les distributions des charges organiques des 2 catégories n'ont pas montré de différences significatives même si la valeur moyenne de la catégorie "bon fonctionnement"(46,5%) est inférieure à celle de la catégorie "dysfonctionnement" (55,8%).

Cette étude statistique n'a pas permis d'identifier d'organe défectueux qu'il conviendrait de remplacer systématiquement.

La préconisation majeure issue de cette étude statistique consiste en la nécessaire réduction des flux hydrauliques admis. L'objectif d'atteindre un état de "bon fonctionnement" dans 80% des situations, conduit à limiter les charges hydrauliques à un taux de 40% du dimensionnement actuel. Cela revient donc à réduire d'un facteur 2,5 les capacités nominales : un ouvrage dimensionné à l'origine pour 125 EH dispose de fait d'une capacité hydraulique maximale correspondant à 50 EH.

Compte tenu de l'importance des restrictions liées à ce constat, il n'a pas été possible de dégager des préconisation-types généralisables sur tout le parc de stations d'épuration en situation de dysfonctionnement en vue de leur réhabilitation.

Seule une étude détaillée, intégrant au minimum, en première approche :

- les contraintes naturelles liées au site existant (espace, topographie, éloignement des habitations)
- le taux de charges réelles et son évolution à court terme,
- le niveau de qualité à atteindre,

devrait permettre de trouver le meilleur compromis local tant d'un point de vue technique qu'économique.

ANNEXES

ANNEXE 1
Questionnaire destiné aux Satese

ANNEXE 1a
Questionnaire

ANNEXE 1b
Aide au remplissage du questionnaire sous format papier

ANNEXE 1a

Questionnaire

Données de construction

Code SANDRE	Personne à contacter
Station de	N° de tel
Commune de	Mail
Département	
Date de mise en service	

Données de construction

Maître d'œuvre	Constructeur	Exploitant	Type d'effluent à traiter
			Type de réseau

Données de construction

Source des données	Seuils de rejets garantis par le constructeur
Dimensionnement et garanties constructeur	

Protection hydraulique d'origine ou modifiée

Alimentation de la station	Si refoulement, débit (m³/h)
	Dimensionnement (m³/h)
Limiteur amont de la FTE	
Limiteur amont des filtres	

	Capacités nominales		Dimensionnement pour les résidents permanents	Pointes maximales autorisées	Durée de la pointe maximale (mois/an)	Seuils de rejets garantis par le constructeur	
	Debit	DCO				mg/L	mg/L
Debit	m ³ /j	kg/j	kg/j	kg/j	kg/j	mg/L	mg/L
DCO							
DBO ₅							
MES							
NTK							
N-NH ₄ ⁺							
EH							

Fosse Toutes Eaux (FTE)

Nombre	Volume par FTE (m ³)	Montage des FTE	Recommandations pour l'activateur biologique (Nom, quantité et fréquence)	Fréquence de vidange garantie (an)		Abattements annoncés en sortie de FTE	Volume utile du préfiltre (m ³)	(1) Données constructeur		
				sans activateur	avec activateur			source	Installation construite	source
(1)						% DCO		source		
(2)						% MES		source		
(3)								source		

Bâchées d'alimentation des filtres

Volume unitaire (L)	Type d'ouvrage	Nombre	Si pompe, débit (m ³ /h)
(1)			
(2)			
(3)			

Filtres à zéolite

Nombre	Surface unitaire (m ²)	Charge hydraulique maximale (L/m ² /j)	Mode d'alternance (j alimentation/j repos)	Extracteurs statiques sur drains	Puits d'aération dans le massif filtrant
(1)					
(2)					
(3)					

Données recueillies

Données recueillies

Données recueillies

Code SANDRE	Type d'effluent à traiter	Type de réseau

Historique du fonctionnement de la STEP

Date de visite (jj/mm/aaaa)	EH		Charge hydraulique reçue (m ³ /j)	Charge DCO reçue (kg/j)	Dysfonctionnement observés
	estimation	mesure			

Périodes de pointes annuelles	
Périodes (jj/mm - jj/mm)	Estimation nombre d'EH total

by-pass par temps sec	Estimation du volume (m ³ /h)

Contrôle du rejet STEP

Lors de la réalisation des prélèvements, existe-il un protocole ? Si oui, veuillez le joindre SVP.
Nom du laboratoire effectuant les analyses :

Accréditation du laboratoire

Nombre de prélèvements ponctuels disponibles (les joindre si possible)	Dates de réalisation des prélèvements (mm/aaaa - mm/aaaa - mm/aaaa ...)	Nombre de bilans disponibles (les joindre si possible)	Dates de réalisation des bilans (mm/aaaa - mm/aaaa - mm/aaaa ...)

Fonctionnement des fosses toutes eaux et du préfiltre

Utilisation d'activateur biologique (Nom, quantité et fréquence)	Vidange de la FTE	Si oui, date (jj/mm/aaaa) ou fréquence		Préfiltre
		Pourquoi	Fréquence d'entretien (nombre/an)	

Observations sur le fonctionnement des filtres à zéolite et des ouvrages associés (FTE, préfiltre ...)

Date (jj/mm/aaaa)	Type de dysfonctionnement	Remèdes	Résultats

ANNEXE 1b

Aide au remplissage du questionnaire sous format papier

I. Données de construction

Informations générales

Code SANDRE	
Station de	
Commune de	
Département	Nom (N°)
Date de mise en service	mm/aaaa

Personne à contacter	
N° de tel	XX XX XX XX XX
Mail	

Maître d'œuvre	Constructeur	Exploitant	Type d'effluent à traiter	Type de réseau
			Domestique Domestique + industriel Industrie	Séparatif Majoritairement séparatif Séparatif + unitaire Unitaire

Dimensionnement et garanties constructeur

Source des données : Dossier d'appel d'offre ou autre (à préciser)

Dimensionnement pour les résidents permanents

A renseigner dans le cas où le nombre de résidents permanents prévus à l'année est très inférieur à la capacité nominale (cas de dimensionnement par rapport à de fortes variations touristiques)

Protection hydraulique

		Dimensionnement(m ³ /h)	Alimentation de la station	Si refoulement, débit (m ³ /h)
Limiteur amont de la FTE	d'origine rajouté aucun	Si présence, taper la valeur ou choisir "non disponible" dans la liste déroulante	Gravitaire	Débit des pompes de refoulement
Limiteur amont des filtres	d'origine rajouté aucun		Refoulement	

Sources

- (1) Données constructeur : dossier d'appel d'offre ou autre (à préciser)
- (2) Installation construite : plan de recollement, bilan satese, autre (à préciser)
- (3) Modifications apportées : bilan satese, autre (à préciser)

Fosse Toutes Eaux (FTE)

Montage des fosses toutes eaux (A renseigner si plus d'une FTE) :

- Séries
- Parallèles

Bâchées d'alimentation des filtres

Volume unitaire (L)	Type d'ouvrage	Nombre	Si pompe, débit (m ³ /h)
	Augets basculants Pompes	Nombre de pompes ou d'augets basculants en amont des filtres	

Filtres à zéolite

Nombre	Surface unitaire (m ²)	Charge hydraulique maximale (L/m ² /j)	Mode d'alternance (j alimentation/j repos)	Extracteurs statiques sur drains	Puits d'aération dans le massif filtrant
			si aucune alternance, alimentation = 1 ; repos = 0	OUI NON	OUI NON

II. Données recueillies

Informations générales

Code SANDRE	Type d'effluent à traiter	Type de réseau
A remplir pour éviter le mélange d'information entre STEP	Ne remplir que si les informations sont différentes de la feuille "données de construction"	

Historique du fonctionnement de la STEP

by-pass par temps sec	Estimation du volume (m ³ /h)
OUI	
NON	

Contrôle du rejet STEP

Lors de la réalisation des prélèvements, existe-il un protocole ? Si oui, veuillez le joindre SVP.	OUI NON
Nom de l'établissement effectuant les analyses :	

Accréditation de l'établissement
Renseigner le type d'accréditation dont dispose l'établissement pour effectuer les analyses

Fonctionnement des fosses toutes eaux et du préfiltre

Utilisation d'Eparcyl (quantité et fréquence)	Vidange de la FTE	Si oui, date (jj/mm/aaaa) ou fréquence	Pourquoi	Préfiltre	
				Fréquence d'entretien (nombre/an)	Devenir des eaux de lavage
	OUI NON				

Observations sur le fonctionnement des filtres à zéolite et des ouvrages associés (FTE, préfiltre ...)

Date (jj/mm/aaaa)	Type de dysfonctionnement	Remèdes	Résultats
	Qualité du rejet, fonctionnement hydraulique (perte de MES, dépôts, passages préférentiels, colmatages, ...), odeurs, ...		

ANNEXE 2

Méthodologie statistique et principaux tests utilisés

Cette présente fiche, aussi rudimentaire soit-elle, se veut d'expliquer les bases et la démarche à suivre lors d'une réflexion statistique. Elle est établie à partir du document plus complet : *Introduction aux statistiques* de Ramousse R., Le Berre M. & Le Guelte L (1996), disponible sur le site : <http://www.cons-dev.org/elearning/stat/index.html>

La statistique vise à décrire, à résumer et à interpréter des phénomènes dont le caractère essentiel est la variabilité. Elle fournit de la manière la plus rigoureuse possible des éléments d'appréciation utiles à l'explication ou à la prévision de ces phénomènes, mais elle n'explique ni ne prévoit aucun d'entre eux. La méthode statistique permet également d'éprouver la validité de résultats (obtenus, mesurés, collectés) en fonction même de leur variabilité, dans les domaines où les variations sont la règle, c'est-à-dire les domaines de la biologie *sensu lato*, dans celui des sciences de l'environnement également. La méthode statistique fournit de ce fait à tous les personnels confrontés à l'interprétation de résultats d'observation ou d'expérimentation, un outil d'interprétation adapté aux conditions particulières de leur domaine d'activité.

I. La démarche statistique à suivre

Une démarche statistique suit les étapes suivantes :

- 1- Etablir l'**hypothèse nulle** (H_0) et considérer l'hypothèse alternative H_1 .
- 2- Choisir le test statistique approprié pour tester H_0 ,
- 3- Spécifier un **niveau de signification** (alpha) et la **taille de l'échantillon** (N),
- 4- Trouver la distribution d'échantillonnage du test statistique sous H_0 ,

I.1 L'hypothèse nulle

C'est la première étape de la procédure. L'hypothèse nulle H_0 est une hypothèse de non différence (il n'y a pas de différence significative entre les échantillons X et Y). Elle est formulée de façon à être rejetée. Dans le cas de son rejet, l'hypothèse alternative (H_1) (il y a une différence significative entre les échantillons X et Y) doit être acceptée.

La nature de l'hypothèse de recherche détermine comment H_1 doit être formulée :

- Si elle pose que deux groupes différeront simplement par leur moyenne (μ), alors H_1 est telle que $\mu_X \neq \mu_Y$. **Les tests statistiques seront bilatéraux.**
- Au contraire, si la théorie prédit la direction de la différence, c'est-à-dire qu'un des groupes spécifiés aura une moyenne supérieure à celle de l'autre groupe, alors H_1 est telle que : soit $\mu_X > \mu_Y$, soit $\mu_X < \mu_Y$. **Les tests applicables seront alors unilatéraux.**

Les tables statistiques et plus particulièrement les logiciels statistiques fournissent les valeurs statistiques critiques dans les deux cas. Le calcul de probabilité p correspond à la probabilité de se tromper en rejetant l'hypothèse nulle. En règle générale le seuil de significativité est fixé à 5%, si $p > 0,05$ (5%) on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle. La différence est alors non significative entre les deux échantillons.

I.2 Choix du test statistique

On dispose actuellement de nombreux tests statistiques différents qui peuvent être utilisés pour arriver à une décision concernant une hypothèse. Le choix doit se faire sur des bases rationnelles. Ce point sera abordé ultérieurement.

I.3 Niveau de signification et la taille de l'échantillon

L'ensemble des valeurs observées pour lesquelles l'hypothèse nulle est admissible forme la **région d'acceptation** ou de non-rejet et les autres valeurs constituent la **région de rejet** ou domaine de rejet ou région critique. Mais le hasard de l'échantillonnage peut fausser les conclusions.

Quatre situations doivent être envisagées :

- L'acceptation de l'hypothèse nulle alors qu'elle est vraie
- Le rejet de l'hypothèse nulle alors qu'elle est vraie
- L'acceptation de l'hypothèse nulle alors qu'elle est fausse
- Le rejet de l'hypothèse nulle alors qu'elle est fausse

Dans le premier et le dernier cas, la conclusion obtenue est correcte, mais non dans les deux cas intermédiaires.

L'erreur qui consiste à rejeter une hypothèse vraie est appelée **erreur de première espèce** (α) et celle commise en acceptant une hypothèse fausse est **l'erreur de seconde espèce** (β). Une diminution du risque alpha, augmente le risque bêta pour tout échantillon donné. La probabilité de commettre l'erreur de seconde espèce décroît lorsque la taille de l'échantillon augmente.

Réalité des échantillons →	H_0	H_1
Décision prise suite au test ↓		
H_0	$1 - \alpha = P(H_0/H_0)$ (1)	$\beta = P(H_0/H_1)$ (3)
H_1	$\alpha = P(H_1/H_0)$ (2)	$1 - \beta = P(H_1/H_1)$ (4)

- Le risque α d'accepter H_1 alors que H_0 est vraie est le **risque de 1^{ère} espèce**
 $\alpha = P(H_1/H_0)$
- Le risque β d'accepter H_0 alors que H_1 est vraie est le **risque de 2^{nde} espèce**
 $\beta = P(H_0/H_1)$
- La probabilité $(1-\beta)$ d'accepter H_1 et qu'elle soit vraie est la **puissance du test**
 $1-\beta = P(H_1/H_1)$
- La probabilité $(1-\alpha)$ d'accepter H_0 et qu'elle soit vraie est le **niveau du test**
 $1-\alpha = P(H_0/H_0)$

Pratiquement, la limite supérieure du risque de première espèce est fixée le plus souvent à 5% (significatif), mais peut être abaissée à 1% (très significatif) ou 1 pour mille (hautement significatif). Cette limite constitue aussi le niveau de signification du test et permet de définir la condition de rejet de l'hypothèse nulle.

L'hypothèse nulle est rejetée si (et seulement si) le niveau de signification réel est inférieur ou égal au niveau de signification nominal choisi (par exemple : $p = 0,01 < 0,05$, rejet d' H_0). Cette attitude est dite conservatrice.

Le risque de première espèce étant donné, on peut s'efforcer de calculer le risque de deuxième espèce, grâce à la notion de **puissance de test** ($P = 1-\text{bêta}$). Mais ce problème possède rarement une solution simple et souvent l'importance du risque de première espèce est précisée, sans se soucier de l'existence d'une seconde possibilité d'erreur. Cependant, la puissance d'un test dépend de la nature du test choisi, du niveau de signification du test, de la taille de l'échantillon, de la vraie valeur du paramètre ou mesure testée.

I.4 Distribution d'échantillonnage

C'est une distribution théorique. Autrement dit, c'est la distribution sous H_0 , de toutes les valeurs possibles qu'une statistique (ou variable statistique, la moyenne par exemple) peut avoir lorsque cette statistique est calculée à partir d'échantillons de même taille tirés au hasard.

II. Choisir le test statistique approprié

II.1 Le modèle statistique

A chaque test statistique est associé un modèle et des contraintes de mesure. Ce test n'est alors valide que si les conditions imposées par le modèle et les contraintes de mesure sont respectées. Il est difficile de dire si les conditions d'un modèle sont remplies, et le plus souvent il faut se contenter d'admettre qu'elles le sont.

Il est clair que moins les exigences imposées par le modèle sont nombreuses et restrictives, plus les conclusions que l'on tire sont générales. De ce fait, les tests les plus puissants sont ceux qui ont les hypothèses les plus strictes. Si ces hypothèses sont valides, ces tests sont alors les mieux à même de rejeter H_0 quand elle est fausse et de ne pas rejeter H_0 quand elle est vraie.

Le test de t (test paramétrique) est un des tests statistiques les plus puissants. Mais avant d'accepter les conclusions d'un tel test, il faut vérifier que ses conditions d'utilisations sont remplies.

Ces conditions sont les suivantes :

- Les observations doivent être indépendantes. La sélection d'une observation pour un échantillon ne doit pas biaiser les chances de sélectionner une autre observation pour cet échantillon. Pour que l'indépendance des observations soit respectée, il faut :
 - remettre l'individu ayant subi l'observation dans l'ensemble de départ
 - sinon considérer que la population contient un nombre tellement grand d'individus que l'extraction d'un ne modifie pratiquement pas les proportions au sein de la population
- Les observations doivent être tirées de populations normales (exemple : courbe de Gauss ou courbe normale réduite).
- Ces populations doivent avoir la même variance (condition d'homoscédasticité). La validité de cette hypothèse peut être contrôlée à l'aide des tests d'égalité de variance.
- Les variables doivent être mesurées dans une échelle de mesure permettant l'utilisation des opérations arithmétiques.

A part les hypothèses de normalité et d'homoscédasticité, qui peuvent être testées, les autres hypothèses sont considérées comme vraies.

Quand les hypothèses constituant le modèle statistique d'un test ne sont pas remplies, il est alors difficile de dire quel est le pouvoir réel du test et d'estimer la signification de son résultat.

II.2 Tests paramétriques et non paramétriques : avantages et inconvénients, choix

Un test paramétrique requiert un modèle à fortes contraintes (normalité des distributions, égalité des variances) pour lequel les mesures doivent avoir été réalisées dans une échelle au moins d'intervalle. Ces hypothèses sont d'autant plus difficiles à vérifier que les effectifs étudiés sont plus réduits.

Un test non paramétrique est un test dont le modèle ne précise pas les conditions que doivent remplir les paramètres de la population dont a été extrait l'échantillon. Cependant certaines conditions d'application doivent être vérifiées. Les échantillons considérées doivent être aléatoires (tous les individus ont la même probabilité de faire partie de l'échantillon) et simples (tous les individus qui doivent former l'échantillon sont prélevés indépendamment les uns des autres).

II.2.1 Avantages des tests non paramétriques

Leur emploi se justifie lorsque les conditions d'applications des autres méthodes ne sont pas satisfaites, même après d'éventuelles transformations de variables.

Les probabilités des résultats de la plupart des tests non paramétriques sont des probabilités exactes quelle que soit la forme de la distribution de la population dont est tiré l'échantillon.

Pour des échantillons de taille très faible jusqu'à $N = 6$, la seule possibilité est l'utilisation d'un test non paramétrique, sauf si la nature exacte de la distribution de la population est précisément connue. Ceci permet une diminution du coût ou du temps nécessaire à la collecte des informations.

Il existe des tests non paramétriques permettant de traiter des échantillons composés à partir d'observations provenant de populations différentes. De telles données ne peuvent être traitées par les tests paramétriques sans faire des hypothèses irréalistes.

Seuls des tests non paramétriques existent qui permettent le traitement de données qualitatives : soit exprimées en rangs ou en plus ou moins (échelle ordinale), soit nominales.

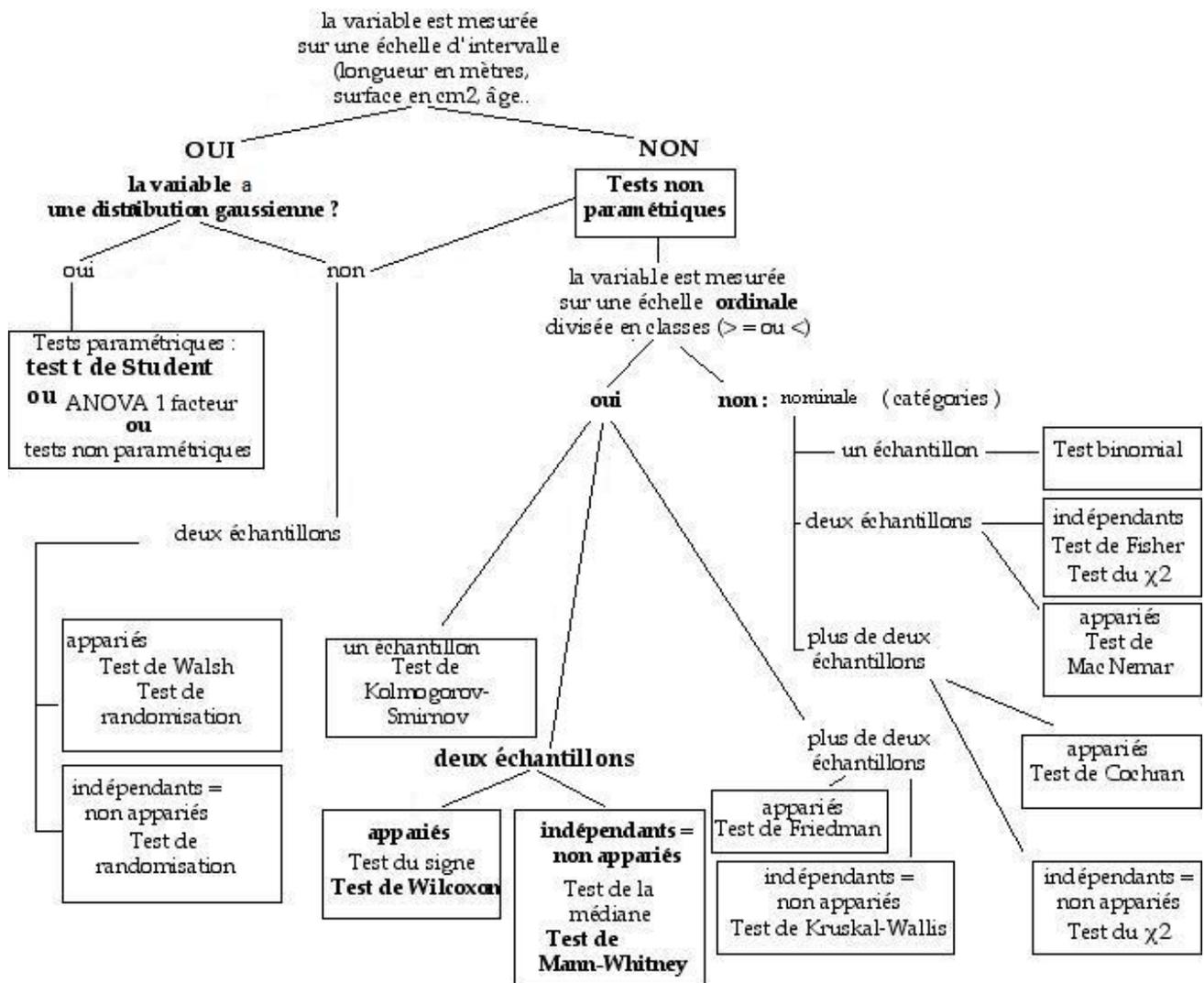
Les tests non paramétriques sont plus faciles à apprendre et à appliquer que les tests paramétriques. Leur relative simplicité résulte souvent du remplacement des valeurs observées soit par des variables alternatives, indiquant l'appartenance à l'une ou à l'autre classe d'observation, soit par les rangs, c'est-à-dire les numéros d'ordre des valeurs observées rangées par ordre croissant. C'est ainsi que la médiane est généralement préférée à la moyenne, comme paramètre de position.

II.2.2 Désavantages des tests non paramétriques

Les tests paramétriques, quand leurs conditions sont remplies, sont plus puissants que les tests non paramétriques.

Un second inconvénient réside dans la difficulté à trouver la description des tests et de leurs tables de valeurs significatives, surtout en langue française. Heureusement, les niveaux de significativité sont donnés directement par les logiciels statistiques courants.

II.2.3 Méthodes d'analyses univariées : guide imparfait pour le choix des tests à réaliser



Extrait de : Introduction aux statistiques - © 1996, Ramousse R., Le Berre M. & Le Guelte L.

ANNEXE 3

Lecture des courbes de distribution centrée autour de la médiane

Les graphiques de distribution retrouvés tout au long du rapport ont un poids important dans l'interprétation des résultats. Afin d'éclairer le lecteur, quelques explications s'avèrent nécessaires.

Les données utilisées pour les explications ont été générées de façon aléatoire suivant une loi normale. On considère, à titre d'exemple, que ces données correspondent à des taux de charges en entrée de STEP.

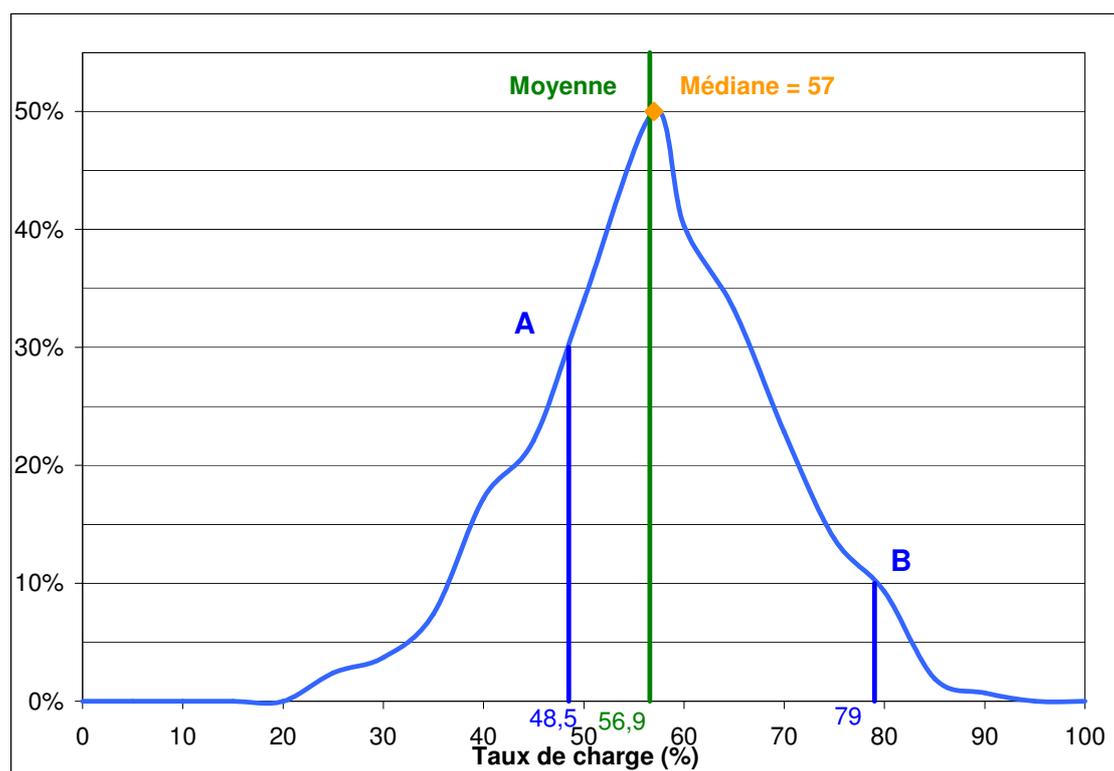


Figure 1 : Exemple de courbe de distribution et valeurs remarquables

La figure 1 montre la courbe de distribution obtenue à partir de 50 valeurs aléatoires de moyenne = 56,9, d'écart type = 16,3 et de médiane¹⁴ à 57.

La courbe de distribution centrée sur la médiane (sommet de la courbe) correspond en réalité à une courbe de fréquences cumulées modifiée. Au lieu d'avoir une courbe de fréquences cumulées croissante de 0 à 100 % de l'effectif, la courbe de distribution est croissante de 0 à 50% de l'effectif et décroissante de 50 à 100%.

Ce type de construction facilite la lecture en permettant de comparer directement la moyenne avec la médiane sans pour autant afficher cette dernière. Il est alors rapidement possible d'observer l'existence ou non d'un décalage entre la moyenne et la médiane, ce qui n'est pas le cas dans cet exemple, la distribution étant normale.

Ce type de graphique permet également une lecture aisée de la proportion de valeurs situées aux extrémités de la courbe. Par exemple :

Au point A, 30% des STEP ont un taux de charge inférieur à 48,5% .

Au point B, 10% des STEP ont un taux de charge supérieur à 79%, ce qui revient également à dire que 90% des STEP ont un taux de charge inférieur à cette valeur.

¹⁴ Médiane : 50% des effectifs a des valeurs inférieures à celle-ci et 50% a des valeurs supérieures

Les courbes de distribution donnent des informations sur la proportion d'individus ayant des valeurs inférieures ou supérieures à un point donné (cf. point B) mais elles ne renseignent directement sur la proportion d'individus à un point donné. En reprenant l'exemple précédent, au point A, il est juste de dire que "30% des STEP ont des charges **inférieures** à 48,5%" alors que la présentation "30% des STEP sont chargées à 48,5%" est fausse.

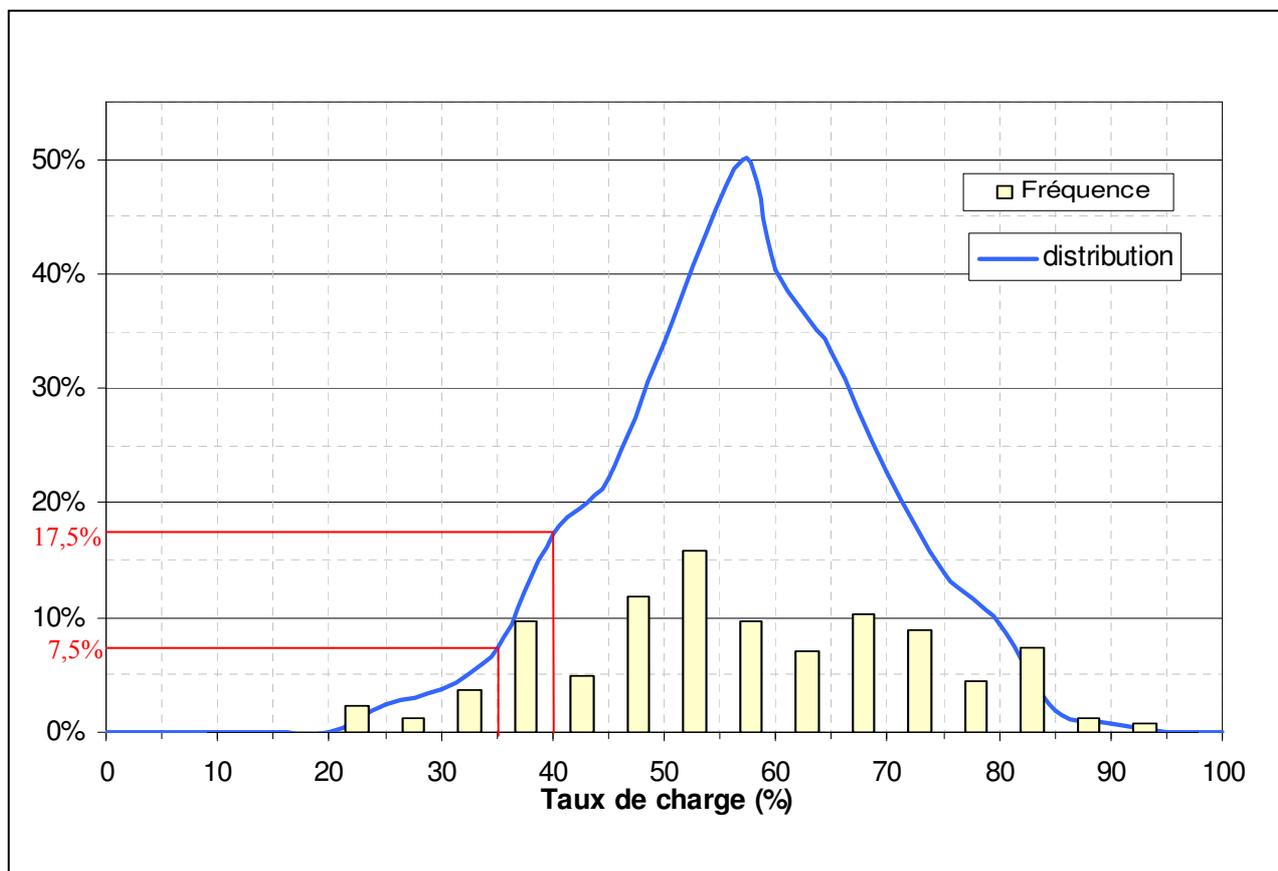


Figure 2 : Courbe de distribution et fréquence par classe de charge

La figure 2 montre la différence entre courbe de distribution et fréquences observées par classe de taux de charge. Dans le cas présent, l'évolution de la distribution paraît régulière en fonction des taux de charge contrairement aux fréquences qui, malgré une distribution normale des données, subissent des variations selon les classes de taux de charge.

Pour calculer rapidement une fréquence à partir de la courbe de distribution (fréquence valable pour les grands effectifs mais approximative pour un effectif total de STEP faible), il suffit, de soustraire à l'ordonnée de la borne haute, l'ordonnée de la borne basse de la classe considérée. Par exemple, pour la classe [35;40[, 17,5% des STEP ont une charge inférieure à 40% (lecture graphique) et 7,5% des STEP ont une charge inférieure à 35% ; il y a donc 10% des STEP dont le taux de charge est compris entre 35 et 40%. Notons que la valeur réelle obtenue par le calcul est 9,8%.

Impact de l'écart type sur les courbes de distribution

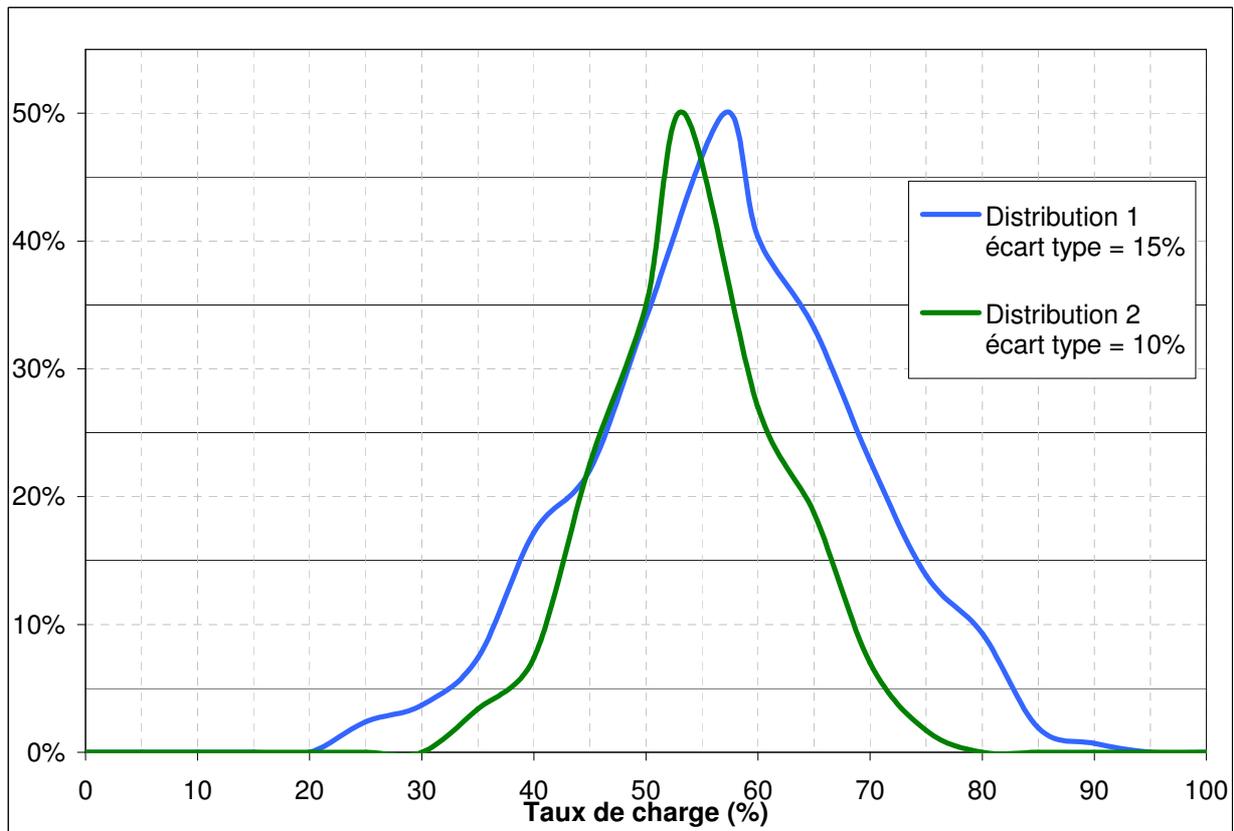


Figure 3 : Courbes de distribution suivant deux écarts types différents

Les moyennes des deux jeux de données sont sensiblement équivalentes avec 56,9% de taux de charge pour la distribution n°1 et 54,2% pour la n°2. En revanche, un écart type de 15 est utilisé pour générer les 50 valeurs de la distribution n°1 alors que l'écart type est de 10 pour la 2nde série.

La diminution de l'écart type (pour une même moyenne) a pour effet de réduire la dispersion des valeurs autour de la moyenne, l'allure de la courbe de distribution est donc différente avec un pic plus marqué que pour des écarts types plus élevés.

ANNEXE 4

Résultats des tests statistiques ayant conclu à une absence de différence significative

I. Influence du constructeur et de l'exploitant

Tableau 1 : répartition des STEP des deux groupes selon le constructeur et l'exploitant

		STEP "bon fonctionnement"	STEP "dysfonctionnement"	Total
Effectif		51	62	113
Constructeur	Eparco Assainissement	48	51	99
	Collaboration avec Eparco Assainissement	3	11	14
Exploitant	Régie (communale et communauté de communes)	49	56	105
	Fermier	2	6	8

Le test utilisé est un Khi 2 en raison de l'utilisation de tableaux de contingence. Avec $p(H_1/H_0) = 0,11$ pour le Khi 2 concernant les constructeurs et $p(H_1/H_0) = 0,41$ pour les exploitants, les tests statistiques n'ont pas montré de différences significatives entre les deux groupes.

II. Influence des caractéristiques amont (à partir des données de construction)

Les caractéristiques propres au réseau, à l'effluent et à l'alimentation de la STEP sont résumées dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Caractéristiques amont

		STEP "bon fonctionnement"	STEP "dys- Fonctionnement"	Total
Effectif		51	62	113
réseau amont	Séparatif	49	57	106
	Séparatif + unitaire	2	5	7
effluent à traiter	Domestique	50	61	111
	Domestique + industriel	1	1	2

Les groupes de données sont testés statistiquement à l'aide du test du Khi 2 en raison des tableaux de contingence utilisés

Tableau 3 : Synthèse des tests de Khi 2 réalisés à propos des réseaux et de la nature des effluents

	réseau amont	effluent à traiter
Variables testées	Séparatif/ Séparatif + Unitaire	Domestique/ Domestique + industriel
Résultats du test de Khi 2	$p(H_1/H_0) = 0,61$ Pas de différence significative	$p(H_1/H_0) = 0,56$ Pas de différence significative

Les tests de Khi 2 n'ont montré aucune différence significative de la distribution des STEP suivant le réseau d'assainissement et le type d'effluent à traiter.

III. Influence des caractéristiques intrinsèques de la filière, mentionnées dans le dossier de construction

III.1 Limiteurs de débit

Tableau 4 : répartition des STEP des deux groupes selon la présence ou non de limiteurs de débits

		STEP "bon fonctionnement"	STEP "dysfonctionnement"	Total	
Effectif		51	62	113	
Limiteur Q amont FTE	Aucun	10	25	35	
	Présent	d'origine	21	23	44
		rajouté	3	9	12
Limiteur Q amont des FZ	Aucun	14	31	45	
	Présent	d'origine	17	15	32
		rajouté	2	8	10

A partir des tableaux de contingence présentés ci-dessus, des tests de Khi 2 sont effectués afin de montrer ou non l'existence de corrélations entre les limiteurs de débits et les STEP considérées en dysfonctionnement.

Tableau 5 : Synthèse des tests de Khi 2 réalisés concernant les limiteurs de débit

	Limiteur amont de la FTE	Limiteur amont des filtres à zéolite
Variables testées	présence/absence	présence/absence
Résultats du test de Khi 2	$p(H_1/H_0) = 0,14$ Pas de différence significative	$p(H_1/H_0) = 0,067$ Pas de différence significative

Malgré une proportion plus importante de STEP en dysfonctionnement ne disposant pas de limiteurs de débits ni à l'amont de FTE et ni à l'amont de filtres à zéolite, les tests de Khi 2 n'ont pas montré de différences significatives entre les deux groupes de STEP en ce qui concerne la présence ou l'absence de limiteurs de débits.

III.2 Caractéristiques des FTE : nombre et dimensionnement en m³/EH

Tableau 6 : Nombre de FTE installées sur les STEP suivant les catégories de fonctionnement

Nombre FTE/STEP	STEP "bon fonctionnement"		STEP "dysfonctionnement"	
	en %	effectif	en %	effectif
1	90%	45	80%	48
2 et 3	10%	5	20%	13

Le tableau 6 montre la répartition des STEP en fonction du nombre de FTE installées sur chaque STEP. L'installation de plusieurs FTE par STEP est réalisée en parallèle et une seule STEP dispose de 3 FTE en parallèle, il s'agit d'une STEP classée en "dysfonctionnement".

Une différence visuelle est observée entre les 2 groupes, avec pour la catégorie "dysfonctionnement" une proportion 2 fois plus importante de STEP équipée de plusieurs FTE par rapport à la catégorie "bon fonctionnement". Afin de vérifier si cette différence est significative ou non, un test de Khi 2 est réalisé sur le tableau de contingence. Ce test conclut à une différence non significative entre les deux groupes, la valeur de $p(H_1/H_0)$ étant égale à 0,18.

Tableau 7 : Dimensionnement des FTE en m³/EH

	STEP "bon fonctionnement"	STEP "dysfonctionnement"
Moyenne	0,40	0,40
Médiane	0,39	0,39
Écart-type	0,13	0,09
Variance	0,017	0,007
Mini	0,17	0,16
Maxi	0,87	0,72
Effectif (STEP)	50	61

Le tableau 7 ne montre pas de différences de dimensionnement entre les 2 catégories de fonctionnement, observation confortée par le test de Wilcoxon (non normalité des données et non égalité des variances), la valeur de $p(H_1/H_0)$ étant égale à 0,82.

Pour les 2 groupes, la moyenne est de 0,40m³/EH et la médiane est de 0,39m³/EH. Les dimensionnements minimaux sont également équivalents et les dimensionnements maximaux sont de 0,87m³/EH pour la catégorie "bon fonctionnement" et 0,72m³/EH pour la catégorie "dysfonctionnement".

En conclusion, aucune différence significative n'est observée entre les deux groupes, que ce soit pour le nombre de FTE installées par STEP ou pour le dimensionnement de ces FTE.

III.3 Caractéristiques des bâchées d'alimentation des filtres : nature, volume unitaire

Tableau 8 : Proportion d'augets basculants et de pompes de relèvement suivant la catégorie de fonctionnement

	STEP "bon fonctionnement"		STEP "dysfonctionnement"	
	en %	effectif	en %	effectif
Auget basculant	92%	47	84%	49
Pompe de relèvement	8%	4	16%	9

Le tableau 8 montre la répartition des STEP en fonction du type d'ouvrage assurant la bâchée.

Une différence visuelle est observée entre les 2 groupes avec pour la catégorie "dysfonctionnement" une proportion 2 fois plus importante de STEP équipée de pompes de relèvement par rapport à la catégorie "bon fonctionnement". Afin de vérifier si cette différence est significative ou non, un test de Khi 2 est réalisé sur le tableau de contingence. Ce test conclut à une différence non significative entre les deux groupes, la valeur de $p(H_1/H_0)$ étant égale à 0,35.

Tableau 9 : Caractéristiques des augets basculants suivant la catégorie de fonctionnement

	STEP "bon fonctionnement"			STEP "dysfonctionnement"		
	Volume bâchée L	Nb bâchées /j	Hauteur lame d'eau sur filtre mm	Volume de bâchée L	Nb bâchées /j	Hauteur lame d'eau sur filtre mm
Moyenne	166,3	113,5	3,2	192,6	103,7	3,2
Médiane	150,0	87,5	2,9	180,0	88,8	2,9
Écart-type	88,3	121,4	1,0	84,9	52,2	0,9
Variance	7793	14744	1,0	7203	2725	0,9
Mini	30	42,5	0,3	60	55	1,3
Maxi	400	875	5,9	420	375	6,7
Effectif (STEP)	46	46	45	56	56	56

La moyenne et la médiane du volume de bâchée montrent des ouvrages de plus grandes tailles pour les STEP "Dysfonctionnement", cette différence pouvant être expliquée par des tailles de STEP supérieures pour la catégorie "dysfonctionnement" (cf §III.3.2) .

En revanche, aucune différence n'est observée pour la hauteur de lame d'eau à chaque bâchée.

Tableau 10 : Résultats des tests statistiques relatifs aux bâchées

	Volume bâchée (L)	Nb bâchées/j
Test de normalité	Non normal	Non normal
Test de Wilcoxon	$p(H_1/H_0) = 0,11$	$p(H_1/H_0) = 0,60$

Les données ne suivant pas une distribution normale, le test statistique utilisé sera le test de Wilcoxon.

Malgré des volumes de bâchées plus importants et un nombre de bâchées plus faible pour les STEP en dysfonctionnement, l'analyse statistique n'a montré aucune différence significative entre les deux groupes.

III.4 Caractéristiques des filtres à zéolite : nombre et surface

Tableau 11 : Dimensions des filtres à zéolite suivant les catégories de fonctionnement

	STEP "bon fonctionnement"			STEP "dysfonctionnement"		
	Nombre filtres / STEP	Surface (m ²)		Nombre filtres / STEP	Surface (m ²)	
		unitaire	totale		unitaire	totale
Moyenne	3	25,5	70,5	3,5	25,6	83,1
Médiane	2	21	57,6	3	21	54
Écart-type	2,1	21,0	52,6	2,6	25,1	72,0
Variance	4,5	441	2770	7,0	630	5181
Mini	1	10,24	10,24	1	6	6
Maxi	10	120	240	14	180	360
Effectif (STEP)	49	49	49	61	61	61

En moyenne, les STEP sont équipées de 3 filtres à zéolite pour la catégorie "bon fonctionnement" et 3,5 filtres pour la catégorie "dysfonctionnement". La surface unitaire de ces filtres étant équivalente pour les deux catégories, les STEP "dysfonctionnement" disposent d'une surface de filtration moyenne plus importante. Comme vu précédemment, cette différence s'explique par la capacité moyenne plus importante des STEP "dysfonctionnement".

Tableau 12 : Résultats des tests statistiques relatifs aux filtres

	Nombre filtres/STEP	Surface unitaire (m ²)	Surface totale (m ²)
Test de normalité		Non normal	Non normal
Test	Khi 2	Wilcoxon	
	$p(H_1/H_0) = 0,96$	$p(H_1/H_0) = 0,66$	$p(H_1/H_0) = 0,98$
Résultats	Pas de différence significative	Pas de différence significative	Pas de différence significative

Les données ne suivant pas une distribution normale, les tests statistiques utilisés sont le test de Wilcoxon pour les surfaces.

Les analyses statistiques n'ont montré aucune différence significative entre les deux groupes en ce qui concerne le nombre de filtres installés sur chaque STEP et la surface de ces filtres.

$$DM = \int_t \varepsilon_s$$



Direction générale
Parc de Tourvoie
BP 44, 92163 Antony cedex
Tél. 01 40 96 61 21 - Fax 01 40 96 62 95
Web : <http://www.cemagref.fr>





L'ASSAINISSEMENT AUTREMENT

ÉTUDE « LES FILTRES À ZÉOLITHE EN ASSAINISSEMENT COLLECTIF » (CEMAGREF 2008) PREMIERS ÉLÉMENTS CONTRADICTOIRES

INTRODUCTION

L'étude du CEMAGREF est réalisée comme une photographie du parc des stations EPARCO à un moment donné, et le reproche principal que l'on peut lui faire est de fournir des conclusions en occultant de la démarche d'une part les données préexistantes concernant le fonctionnement des filtres à zéolithe, et d'autre part le contexte général de l'assainissement des petites collectivités en France.

En d'autres termes, pour aider à la réflexion engagée, il aurait été utile de savoir si les bases de dimensionnement de ces filtres à zéolithe sont fondées et si leur qualité de fonctionnement se distingue de celle généralement observée pour les petites stations collectives.

Malheureusement cela n'a pas été le cas et cette étude telle qu'elle a été conduite ne peut que conclure que les dysfonctionnements observés sont inhérents au système puisque les problèmes d'ordre général qui se posent pour le petit collectif sont ignorés, de même que les validations antérieures du dispositif et qu'il n'y a donc pas de système de référence.

Dans cette note EPARCO apporte donc les données manquantes utiles à la réflexion.

La première partie indique :

- les validations du filtre compact à zéolithe en assainissement collectif, y compris par le CEMAGREF

- la situation du petit assainissement collectif sur le terrain

La deuxième partie décrit :

- les causes identifiées de dysfonctionnement des stations EPARCO

- les solutions appliquées pour la restauration du bon fonctionnement.

PREMIÈRE PARTIE : VALIDATIONS DU FILTRE À ZÉOLITHE ET SITUATION GÉNÉRALE DU PETIT ASSAINISSEMENT COLLECTIF.

1.1-VALIDATIONS DU FILTRE À ZÉOLITHE EN ASSAINISSEMENT COLLECTIF

Le filtre compact à zéolithe a été breveté par EPARCO en 1994 après 14 ans d'études portant sur le fonctionnement des milieux poreux utilisables pour la filtration biologique des effluents septiques.

Ces études ont été menées conjointement par EPARCO et l'Université de Montpellier. L'ensemble de ces travaux a donné lieu à la publication de nombreux articles scientifiques et techniques (liste en annexe 1) ainsi qu'à 4 thèses de doctorat du 3^{ème} cycle.

Par la suite le principe et le dimensionnement du filtre à zéolithe ont fait l'objet d'évaluations par des organismes indépendants :

-Le CEMAGREF a délégué un de ses chercheurs pendant 18 mois au centre de recherches d'EPARCO afin de vérifier les protocoles et les résultats expérimentaux acquis par EPARCO.

Pendant cette période le CEMAGREF a réalisé des essais complémentaires très poussés tant sur des pilotes de laboratoire que sur des filtres à échelle réelle.

Les conclusions de l'étude (annexe 2), suivie par un comité de pilotage mixte CEMAGREF/AGENCE RMC/EPARCO, ont été claires : les essais en colonnes et en plate-forme « ont permis de confirmer le bien fondé du dimensionnement et de la mise en œuvre » du filtre compact.

-L'Agence de l'Eau Adour-Garonne s'est interrogée sur l'adaptation du filtre à zéolithe aux conditions de fonctionnement réel sur le terrain à la suite de dysfonctionnements observés.

Pour répondre à cette interrogation une étude portant sur un suivi de fonctionnement de trois stations EPARCO pendant 18 mois a alors été réalisée en étroite collaboration avec les SATESE des 3 départements concernés, et un comité de pilotage comprenant l'Agence Adour-Garonne, EPARCO et les SATESE des départements 12, 46 et 48 a été institué.

Au total 36 campagnes d'analyses ont été réalisées, dont 15 bilans de 24 heures.

A l'issue de cette étude le dimensionnement du filtre à zéolithe a été validé (annexe3) : « l'agence est disposée à financer les filtres compacts EPARCO à condition que ceux-ci soient dimensionnés sur une base de 0,6 m²/EH minimum...).

On voit donc, qu'outre les travaux internes d'EPARCO, le filtre à zéolithe pour l'assainissement collectif a été validé par des organismes indépendants tant en conditions de pilotes de laboratoire qu'en cas réel.

A partir de là il semblerait déjà beaucoup plus productif pour trouver une solution à un dysfonctionnement, d'en chercher toutes les origines possibles plutôt que de s'arrêter à la seule hypothèse que le système est mal conçu.

1.2-LE CONTEXTE DE L'ASSAINISSEMENT DES PETITES COLLECTIVITÉS

Il est devenu trivial de dire que l'assainissement des petites collectivités rencontre beaucoup de problèmes et que « en dessous de 2000 EH rien ne marche ».

Mais qu'en est-il réellement ?

Les données chiffrées publiques sont rares mais nous avons pu en analyser certaines qui sont significatives.

1.2.1-DONNEES DE L'AGENCE RMC

Le catalogue des données techniques issues des processus de redevance (Agence RMC), est téléchargeable à l'adresse suivante :

<http://sierm.eaurmc.fr/telechargement/bibliotheque.php?categorie=performances-step>

Nous avons consulté les données les plus récentes, c'est à dire l'année 2006.

Ces données donnent une bonne image statistique de l'état du parc puisqu'elles comprennent entre autres le type de station, sa capacité en EH et les flux de pollution entrants et sortants exprimés en EH. On peut ainsi calculer les rendements d'épuration.

A partir des données téléchargées nous avons éliminé des données les stations du type lagunage, bassin de décantation et physico-chimique dont les principes de fonctionnement ou les rendements attendus sont éloignés de ceux visés ici.

Nous avons isolé une première population qui est constituée par les stations jusqu'à 600 EH de capacité (gamme dans laquelle EPARCO a réalisé des stations collectives), et à titre de comparaison nous avons isolé également les stations de plus de 600 à 2000 EH.

Sur la base d'un EH correspondant par jour à 150 litres d'eau usée et 120g de DCO, la DCO moyenne théorique pour les eaux brutes est de 800 mg/L.

Le seuil retenu en sortie de station est de 125 mg/l, soit l'ancien niveau réglementaire D4.

Un bon fonctionnement est donc validé quand le rendement d'épuration de 84,375%. Cette catégorie de station correspond à la catégorie « bon fonctionnement » retenue par le CEMAGREF.

On retient ensuite une catégorie de station ayant un rendement qualifié de moyen, entre moins de 84,375 et 70%. Ce sont les stations qui ont un rendement significativement meilleur qu'un bon prétraitement (une fosse toutes-eaux de grand volume peut atteindre 60% de rendement sur la DCO).

Enfin les stations présentant un rendement inférieur à 70% sont qualifiées de « mauvais fonctionnement ».

Les données analysées portent sur 1440 stations jusqu'à 600EH et 816 stations de plus de 600 à 2000 EH.

Les résultats sont donnés dans le tableau suivant.

CAPACITÉ – E.H.	NOMBRE STATIONS	BON FONCTIONNEMENT %	FONCTIONNEMENT MOYEN %	MAUVAIS FONCTIONNEMENT %
0-600	1440	15,2	30,3	54,5
>600-2000	816	27,7	30,0	42,3

On constate donc que seulement 15% des stations jusqu'à 600 EH présentent un bon fonctionnement, et 54,5% ont un fonctionnement franchement mauvais.

La situation est un peu moins mauvaise pour les stations de capacité supérieure, avec 12% qui passent de la catégorie mauvais fonctionnement à bon fonctionnement.

On peut comparer ces données avec les résultats obtenus par le CEMAGREF lors de son étude statistique sur les 158 stations EPARCO à filtre de zéolithe dont le fonctionnement a été défini.

Pour les stations EPARCO, 32,% présentent un bon fonctionnement. Les catégories fonctionnement moyen et mauvais fonctionnement sont par contre difficilement comparables car les critères ne sont pas identiques.

Il apparaît donc que les stations EPARCO se distinguent de l'ensemble de toutes les stations de la base de données de l'agence RMC par un taux de bon fonctionnement meilleur que le cas général, bien que restant largement insatisfaisant.

1.2.2-DONNÉES DU SATESE DES LANDES

Les données détaillées, station par station, concernant le département des Landes pour l'année 2006 ont été un temps disponibles via internet.

Ces données concernent entre autre 73 stations de moins de 600 EH de capacité (non comprises 3 stations EPARCO) et pour lesquelles des résultats d'analyse sont disponibles.

En appliquant les critères du Cemagref à la conformité des rejets (cf p 7 du rapport), y compris pour les stations par lagunage (sur l'échantillon filtré) on trouve 34 stations donnant un rejet conforme ou potentiellement conforme (soit 47%) et 39 un rejet non conforme soit 53%.

D'autre part on constate les taux de charge organiques suivants :

Stations conformes : 40 % de charge organique

Stations non conformes : 55 % de charge organique

Si on supprime de cet échantillon les 14 stations qui reçoivent des eaux parasites et les 5 stations qui reçoivent des surcharges organiques et que l'on ne conserve que celles qui ont été mises en service avant 2005, il reste 35 stations.

16 de ces stations donnent un niveau de rejet conforme, soit 46%, alors que ce n'est pas le cas pour 19 autres (54%).

La proportion bon et mauvais fonctionnement reste inchangée par rapport à l'ensemble des stations.

Enfin parmi ces stations il y a 12 filtres plantés et seules 5 (42%) donnent des résultats toujours conformes aux seuils définis par le CEMAGREF.

Donc sur ce département particulier le taux de bon fonctionnement est nettement supérieur à celui constaté sur l'agence RMC, mais cependant les cas de dysfonctionnement restent majoritaires, même pour des techniques recommandées par le CEMAGREF.

Ces données montrent que les origines des dysfonctionnements sont mal évaluées par les SATESE et que le seul critère de charge organique ou hydraulique appliquée n'est pas pertinent pour expliquer les dysfonctionnements (sauf dépassement important de la capacité).

Remarque 1 : Si on supprime de l'échantillon de départ les stations par lagunage on trouve au total 40% de cas de bon fonctionnement et 60% de cas avec un rejet non conforme.

Remarque 2 : Dans son rapport de synthèse pour l'année 2007 le SATESE indique qu'une majorité des stations fonctionnent bien, mais pour cela il applique le seuil donné par l'annexe 1 de l'arrêté du 2 Juin 2007 pour les stations recevant moins de 120kg de DBO5/j, soit l'un des deux critères suivants respecté : 60% de rendement en DBO5 ou 35mg/l de DBO5.

1.2.3-LES FILTRES À SABLE DANS LE BASSIN SEINE-NORMANDIE

Dans le cadre d'un litige portant sur une station EPARCO avec filtre à sable le Syndicat Interdépartemental De l'Eau Seine Aval (SIDESA) a produit un compte rendu de réunion (cf annexe 4) qui indique que les systèmes fosse+filtre à sable sont pratiquement tous en dysfonctionnement.

Or ces systèmes avaient été avalisés par le Cemagref (cf document FNDAE 22) et par l'agence de l'eau Seine-Normandie elle-même (cf document « *Epuraton des eaux usées* »

domestiques par filtration sur sable : prescriptions et recommandations pour la conception et la réalisation » 2001 côte d20369 SN). Pourtant le constat est aujourd'hui qu'il faut abandonner cette technologie pour l'assainissement collectif.

1.2.4-LES FILTRES À SABLE DANS LE DÉPARTEMENT DE L'HÉRAULT

Les données du Satese de l'Hérault pour l'année 2007 font apparaître 22 filtres à sable. Sur ces 22 stations 6 donnent satisfaction, 11 ont un fonctionnement moyen et 5 ne fonctionnent pas du tout.

La situation est donc nettement différente de celle du SIDESA.

1.3-CONCLUSION DE LA PREMIÈRE PARTIE

L'analyse des données disponibles montre que le fonctionnement des filtres compacts à zéolithe en assainissement collectif ne constitue pas un cas à part du point de vue technique : comme l'ensemble des systèmes il souffre d'un fort taux de dysfonctionnement, mais ce taux selon les données est équivalent, voire plus faible que celui généralement observé.

A l'instar du filtre à zéolithe d'autres techniques parfaitement connues et validées sur le plan technique montrent des taux élevés de dysfonctionnement. Il semblerait que cela touche même les filtres plantés. Les données semblent par ailleurs pouvoir varier significativement d'un ensemble géographique à un autre.

Il y a donc très probablement des causes communes aux dysfonctionnements de ces différents systèmes et il faut donc s'attacher à les identifier pour trouver de vraies solutions, à l'instar de ce que préconisent le CEMAGREF et VITEO pour identifier les causes de dysfonctionnement des filtres à sable en infiltration percolation (cf annexe5).

DEUXIÈME PARTIE : CAUSES DE DYSFONCTIONNEMENT ET SOLUTIONS DE RESTAURATION DES STATIONS AVEC FILTRE À ZÉOLITHE

2.1 RECENSEMENT DES CAUSES DE DYSFONCTIONNEMENT DES STATIONS AVEC FILTRES À ZÉOLITHE

EPARCO a réalisé 228 stations avec filtre à zéolithe pour des petites communes.

Le Cemagref dans son étude en a donc recensé environ 75%.

Sur ce parc EPARCO a classé 127 stations en dysfonctionnement, soit environ 56%.

Ce taux est identique à celui trouvé par le Cemagref.

Pour 96 de ces stations les investigations réalisées ont permis d'identifier des causes de dysfonctionnement qui sont recensées dans le tableau ci-dessous.

Il est à noter qu'une même station peut souffrir de plusieurs causes et que donc le total des causes est supérieur au nombre de stations.

CAUSE	nombre d'observations	REMARQUES ET EXEMPLES
Sous-estimation de la charge dans le DCE	16	De nouveaux branchements font dépasser la capacité de la station. Des restaurants ont été ignorés ou leur fréquentation largement sous-estimée.
Arrivées d'effluents non domestiques	14	Exemples : salles de traite, rejet de surplus de lait(quotas), effluents de caves vinicoles particulières....
Dégraisseur de restaurant non installé ou non entretenu	6	Contrairement au cahier des charges
Filtres en zone inondable	2	Les inondation amènent dans le filtre des limons colmatants
Dépotages illicites dans le réseau	8	Plusieurs cas avérés et sans doute le phénomène est largement sous-estimé. Se traduit par de brusques augmentations de la hauteur de boues dans la fosse avec des relarguages de DCO soluble aussi bien que de MES
Défaut de vidange de la fosse	11	Le niveau des boues n'est pas surveillé et dépasse le maximum, entraînant des relarguages de MES
Défaut d'entretien du préfiltre	12	Le préfiltre se colmate dans un premier temps, mais ensuite les boues passent au travers sous l'effet de la pression .
Régulation du poste de refoulement amont déréglée ou mise hors service	4	A la suite d'une panne électrique un gros volume d'effluent va perturber la fosse, idem en cas d'orage avec eaux parasites. Les régulations limitant les débits sont souvent enlevées lorsque justement il y a des eaux parasites pour éviter les rejets directs
Mauvaise granulométrie de la zéolithe	1	Un lot a échappé au contrôle qualité
Pompes à roues dilascératrices dans le poste de refoulement amont	10	Ce type de roue est totalement rédhitoire pour une décantation primaire car la décantabilité des MES est fortement réduite et le rendement de la fosse chute drastiquement
Eaux claires parasites	56	Les eaux de type permanent (collectes de drainages, de sources, ou réseau non étanche dans la nappe) ne peuvent pas être détournées par un limiteur de débit et provoquent un dysfonctionnement important de la fosse à cause des apports d'oxygène et du sur-débit permanent. Les eaux d'origine météorique sont difficiles à diagnostiquer et souvent niées par le maître d'œuvre ou d'ouvrage (réseau sous charte qualité...). Seule l'observation par temps de pluie ou l'enregistrement continu des débits les met en évidence. Les relevés de compteur d'auge ou de pompe qui donnent une moyenne sur une semaine au mieux ne peuvent pas mettre en évidence un phénomène qui a duré quelques heures, d'autant plus qu'en cas de trop fort débit l'auge se bloque. La plus part du temps le limiteur amont est totalement déréglé si ce n'est mis hors service pour éviter tout rejet direct aux conséquences visibles

On voit donc que les causes de dysfonctionnement constatées peuvent concerner tout type de station mettant en jeu une décantation en tête.

Il est à noter que pour la plus part ces causes de dysfonctionnement vont se répercuter en premier lieu sur le fonctionnement de la fosse et son niveau de rejet.

Cela explique d'ailleurs les rendement disparates que le Cemagref a trouvé pour les fosses dont le rendement moyen n'a pas beaucoup de sens. Il aurait fallu déjà les classer en fosses

« bon fonctionnement » et en fosses « mauvais fonctionnement » et on se serait aperçu que cela recouperait le fonctionnement global des stations. Cela aurait été un bon début d'explication à la situation constatée.

Une analyse statistique portant sur le fonctionnement des fosses à partir de 80 bilans 24h est donnée en annexe 6

Il est remarquable de constater que la charge moyenne en entrée de ces fosses a été trouvée entre 89 et 100% de leur capacité selon le paramètre considéré, ce qui est notablement différent des appréciations du CEMAGREF concernant la sous-charge générale des stations.

2.2 MÉTHODOLOGIE DE RESTAURATION DES STATIONS AVEC FILTRE À ZÉOLITHE

La démarche de remise en fonction durable de stations d'épuration avec filtre à zéolithe est la suivante.

1. Recherche de l'origine du dysfonctionnement

Cette recherche est effectuée au travers des données disponibles (débits, analyses, relevés d'opérations d'entretien) mais aussi grâce à une enquête sur le terrain accompagnée de campagnes de mesures de débits et flux polluants en entrée et sortie de fosse, ainsi que de mesures d'évolution du volume des boues.

Il faut noter que de façon constante nous observons que c'est le bon ou le mauvais niveau de prétraitement de la fosse qui conditionne le fonctionnement du filtre dans la très grande majorité des cas.

2. Remédier à la cause du dysfonctionnement

Lorsque les origines du dysfonctionnement sont identifiées on peut alors les supprimer : suppression des entrées d'eaux parasites, débranchement et traitement séparé des effluents non domestiques, mise en conformité des pompes et réglages d'un éventuel poste de relevage, adoption d'un plan de surveillance et d'entretien adapté....

3. rétablir le fonctionnement du massif filtrant

La zéolithe a la propriété de recouvrer rapidement ses propriétés épuratrices après quelques semaines d'aération, mêmes consécutives à un colmatage sévère.

Divers aménagements peuvent être pratiqués sur les filtres selon les cas, pour favoriser cette aération et permettre leur remise en fonction .

La globalité de cette démarche appliquée avec succès sur diverses stations s'effectue sur une période de trois mois à 6 mois. Sa réussite suppose une participation volontaire et active du maître d'ouvrage.

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'analyse des données accessibles à EPARCO dans le domaine du petit assainissement collectif montre qu'il y a un problème aigu et général de fonctionnement au niveau national, et ce quel que soit le type de technique mis en jeu..

Dans ce cadre les stations EPARCO avec filtre à zéolithe ne constituent pas un cas spécifique, et paraissent même avoir parfois des résultats moins mauvais que la moyenne de l'ensemble des dispositifs.

Cependant l'absence de référentiel dans l'étude du CEMAGREF conduit, contre toute bonne pratique de démarche scientifique, à impliquer le système lui-même et son dimensionnement dans les dysfonctionnements observés sans en rechercher d'éventuelles causes extérieures.

A ce sujet il est intéressant de prendre connaissance du rapport du professeur Vasel que nous avons consulté au sujet de l'étude du Cémagref (cf annexe 7). Il souligne entre autre qu'il est dommage que le filtre à zéolithe n'ait pas été comparé avec des technologies du même type et que la charge hydraulique (vis à vis de laquelle de filtre à zéolithe serait sous- dimensionnée selon le CEMAGREF) ne peut pas être la seule explication.

Les causes extérieures de dysfonctionnement ont été recherchées par EPARCO au travers de cas concrets et recensées dans le tableau donné en 2.1.

On voit qu'elles peuvent affecter tout type de station et qu'elles relèvent de 4 causes principales :

- mauvaise définition des charges à traiter par la station
- mauvaise qualité du réseau et des branchements
- mauvais entretien
- mauvaise conception globale du système d'assainissement (branchements, réseau, implantation de la station...)

A partir de ce constat il y a deux solutions pour envisager la création et la gestion d'un petit assainissement collectif :

-soit le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage sont prêts à prendre les mesures autoritaires et financières qui s'imposent pour contrôler les branchements, éliminer les effluents non domestique et les eaux parasites, assurer un entretien correct, éviter les défauts de conception

-soit ces mesures semblent inapplicables et à ce moment là le cahier des charge doit prendre en compte les conséquences prévisibles des défauts à l'origine. De ce fait 1 habitant présent sur la commune ne devrait pas être traduit de manière simpliste en 1 équivalent-habitant, mais devrait en donner 1,5 voire 2 ou 3 en fonction des risques réellement évalués sur le terrain.

Annexes du document d'Eparco Assainissement « ÉTUDE « LES FILTRES À ZÉOLITHE EN ASSAINISSEMENT COLLECTIF » CEMAGREF 2008 – PREMIERS ÉLÉMENTS CONTRADICTOIRES »

ANNEXE 1

LES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES D'EPARCO DANS LE DOMAINE DE LA FILTRATION DES EFFLUENTS SEPTIQUES

JOSEPH C., BRISSAUD F., PHILIP H., DELTOUR P. (1982). Efficacité des épandages souterrains sur sol reconstitué. Type tranchée drainante en assainissement individuel. *XVII èmes Journées de l'Hydraulique*. Nantes.

SABATIER M., PHILIP H., BRISSAUD F., JOSEPH C., CIAN L., DELTOUR P. (1984). Etude expérimentale de tranchées filtrantes drainées. *J. Français d'Hydrologie*. 15 : pp. 61-76.

DRAKIDES C., PHILIP H., SABATIER M., CIAN L. (1984). Exemples d'écosystèmes épurateurs dans un massif filtrant. *J. Français d'Hydrologie* 15 : pp. 77-92.

PHILIP H., RAMBAUD A., PICOT B., SABATIER M., MASSARI M. (1988). Evolution des composés azotés dans une filière d'assainissement individuel. *Wat. Supply*, 6 : pp. 93-100.

MABIALA J., PHILIP H., RAMBAUD A., DRAKIDES C. (1990). Relations entre microfaune, microflore et paramètres abiotiques dans les filtres alimentés par des effluents septiques en conditions expérimentales. *Tribune de l'eau*, 43 : pp. 47-54.

S. MAUNOIR, H. PHILIP, A. RAMBAUD (2002). Treatment of Domestic Wastewater by an Innovative on-site Process. Proceedings of International conference "Small Wastewater Technologies and Management for the Mediterranean Area" Seville, 20-22 Mars / Center for the New Water Technologies (CENTA, Ed.), 2002.

D. JOY, M. GIBSON, T.R. KING, S. MAUNOIR, H. PHILIP (2002). «Ontario Testing of the Eparco Compact Filter Wastewater System». *Third Annual Ontario On-site Wastewater Conference and Exhibition Proceedings*", (2002), Toronto, Canada, pp. 31-42.

H. PHILIP, S. MAUNOIR (2003). «Traitement des eaux usées par une technique innovante : le filtre compact EPARCO». *Poster présenté à la journée régionale AGHTM Languedoc-Roussillon* - Conseil Général de Montpellier, 25 Mars 2003.

H. PHILIP, S. MAUNOIR (2004). «Développement et application d'une filière de traitement des eaux usées par une technique innovante destinée à l'assainissement non collectif : le filtre compact EPARCO». *Tribune de l'eau*, vol 57, N° 627-628, pp.90-98.

D. M. JOY, T. R. KING, S. MAUNOIR, H. PHILIP (2004). «Field Testing of the EPARCO Compact Filter Wastewater System». On-site Wastewater Treatment X - *Proceedings of the Tenth National Symposium on Individual and Small Community Sewage Systems*. (ASAE, Ed. ISBN 1-892769-37-9), March 21-24, 2004, Sacramento, California, pp 298-308.

D. M. JOY, T. R. KING, S. MAUNOIR, H. PHILIP (2005). «Performances du filtre compact EPARCO au Canada » *L'Eau, l'Industrie, les Nuisances*, N° 282, pp 43-45.

S. MAUNOIR, H. PHILIP, A. RAMBAUD (2007). Small wastewater treatment plants in mountain area : the EPARCO process (septic tank and biological filter). Proceedings of IWA specialist group, « Anaerobic digestion in mountain area (and isolated rural zones) », june 5-7 2007, Université de Savoie, Chambéry, France, 10 pp.



Etude du dimensionnement de la filière Filtres Compacts à Zéolithe Eparco Assainissement

OCTOBRE 2002 – JUIN 2004

CONCLUSION

L'objet du travail en cours est la validation du dimensionnement et de la mise en œuvre des «filtres compact Eparco» tels qu'ils sont proposés pour le traitement collectif des eaux usées des collectivités rurales. Les éléments qui caractérisent ces filtres sont :

- matériau de remplissage : zéolithe
- hauteur du matériau :
 - couche supérieure 40 cm de grosse granulométrie (5mm-2mm)
 - couche inférieure 15 cm de fine granulométrie (2mm-0.5mm)
- surface spécifique 0.6m²/EH,
- charge organique spécifique 0.120 kgDCO/m²*j
- charge hydraulique spécifique : 0.250 m³/m²*j

Le filtre est précédé par une fosse toutes eaux et munie d'un préfiltre. La protection hydraulique est assurée à deux niveaux : en amont de la fosse le débit prévu s'élève à 12 fois le Qpts, et en amont du préfiltre l'écrêtement conserve 4 fois le Qpts.

Ce travail de validation est organisé en trois phases :

- Etude critique des résultats obtenus sur des colonnes au laboratoire,
- Etude critique des résultats obtenus sur des installations expérimentales d'une capacité de 7 EH par installation,
- Etude critique des résultats obtenus sur des installations en grandeur réelle sur le terrain.

Le présent rapport a porté sur les deux premières phases.

1/ CONCLUSIONS SUR LE FONCTIONNEMENT DES COLONNES

Plusieurs matériaux ont été testés : du sable, du resorbex et de la zéolithe. Seules les conclusions concernant le sable et la zéolithe sont reprises ici.

Colonne de sable

Cette colonne a été alimentée selon un dimensionnement classique de 2.4 m²/EH, soit à 30 g DCO/m²*j. Sa profondeur était de 60 cm.

- Les concentrations sortie de cette colonne étaient : 42 mg DCO/l et 4 mg N-NH₄/l .
- Le suivi massique sur une période de 190 jours met en évidence une augmentation asymptotique du poids de la biomasse, avec un plafond qui est atteint après 6 mois de fonctionnement environ. Le degré de colmatage correspondant est compatible avec une bonne perméabilité.

Colonnes de zéolithe

Les colonnes étaient toutes constituées d'une couche de 40 cm de grosse sur 15 cm de fine granulométrie.

- L'activité biologique se situe pour les colonnes de zéolithe sur toute la profondeur, contrairement à la colonne de sable où elle se situe dans les 10 cm supérieurs. Une importante activité de protozoaires prédateurs est observée, notamment à l'interface des deux couches.
- L'alimentation à une charge jusqu'à 120 g DCO/m²*j permet d'assurer pendant les durées de l'expérience qui allaient jusqu'à 155 jours (colonne Z2 alimenté à 113 gDCO/m²*j et 127 g DCO/m²*j pendant respectivement 100 et 55 jours). La nitrification est présente à ce niveau de charge.
- Une charge de 160 gDCO/m²*j testée sur une période de 30 jours conduit à une concentration de DCO élevée de 145 mg/l mais permet de maintenir la nitrification.
- Une surcharge massique de 380 gDCO/m²*j appliquée pendant 60 jours conduit à une concentration de DCO de 180 mg/l. La nitrification diminue fortement. En revanche le retour à une charge normale de 100 gDCO/m²*j permet à nouveau une nitrification.
- Une surcharge hydraulique de 500 l/m²*j n'a pas d'incidence sur les rendements.

colonne	jours	nombre jours	charge DCO g/m ² *j	charge Q L/m ² *j	DCO entrée mgO ₂ /L	DCO sortie mgO ₂ /L	NO ₃ sortie mgN/L	rendement %
Z5	19-215	197	79,5	187,3	424,5	85,9	21,8	79,8
Z4	168-243	76	96,9	233,4	415,2	85,3	26,3	79,5
Z2	204-288	85	102	251,6	405,3	85,6	27,6	78,9
Z3	26-126	100	112,6	254,9	441,7	67,2	24,2	84,8
Z1	162-216	55	111,2	283	392,9	96,7	27,7	75,4
Z2	39-148	110	113,4	256,3	442,5	60,8	28,3	86,3
Z4	30-106	77	120,8	505,2	239,1	48,7	17,3	79,6
Z1	19-134	116	125	227,7	450,1	111,3	20,2	75,3
Z2	149-203	55	126,9	250,7	506,2	116,7	34,9	76,9
Z1	135-161	27	159,5	304,2	524,3	145,7	23,3	72,2
Z4	107-167	61	384,6	783,3	491	182,4	7,4	62,9

Tableau 1 : efficacité des colonnes en fonction des charges en DCO reçues et d'une période de temps

- Le suivi de l'évolution du poids des colonnes n'a pas permis d'atteindre, comme pour la colonne de sable, une situation d'équilibre. On ne peut donc pas statuer, au vu de ces résultats, sur le risque d'un colmatage à terme.

2/ CONCLUSIONS SUR LE FONCTIONNEMENT DES FILTRES DE LA PLATE-FORME EXPERIMENTALE

Les filtres étudiés avaient les caractéristiques suivantes :

numéro	Epaisseur couches cm gros/cm fine	Charge organique g DCO/m ² *j	Charge hydraulique L/m ² *j
2	50/10	240	500
4	50/15	240	500
6	30/30	120	250
1	40/15	120	250
3	50/15	120	250

Tableau 2 : caractéristiques des filtres de la plate forme expérimentale

Les charges organiques et hydrauliques envisagées des filtres 2 et 4 sont donc des surcharges. Pour les filtres 6, 1 et 3 on visait une charge nominale. Ces derniers filtres diffèrent par leur constitution, la couche supérieure variant de 30 cm à 50 cm.

La période d'observation porte sur 30 mois de mars 2001 à octobre 2003.

- Les concentrations de sortie des filtres augmentent lors de la première période hivernale dès que la température descend en dessous de 12.5°C dans des proportions qui sont en rapport avec leur taux de charge. Les teneurs en ammonium augmentent également. Il est probable que la baisse de température dans les massifs filtrants explique ces évolutions.

numéro	Concentration sortie avant baisse T°C g DCO/m ² *j	Concentration sortie après baisse T°C g DCO/m ² *j
2	100	250
4	100	250
6	60	160
1	50	160
3	40	100

Tableau 3 : concentrations de sortie avant et pendant la période hivernale

- Les filtres en surcharge (2 et 4), mais aussi deux des filtres à charge nominale (6 et 1) ont dû être arrêtés à la fin de cette période pour éviter le risque de colmatage. Le fonctionnement du filtre 3, également à charge nominale, n'a pas été interrompu. La principale différence, par rapport aux filtres 6 et 1, qui pourrait expliquer le bon fonctionnement du filtre 3 réside dans l'épaisseur supérieure de la couche supérieure. Par ailleurs on peut avancer que la répartition initialement imparfaite des eaux usées sur les filtres 6 et 1, qui a été corrigé après la première année de fonctionnement, a également contribué à leur dysfonctionnement.
- Le fonctionnement d'un filtre dans des conditions de charge de 125 g DCO/m²*j et 350 L/m²*j, pendant une période de 18 mois conduit donc à un effluent de bonne qualité (64 mg DCO/l) sans que se produise un colmatage.

Filtre N°	Période		Charge en entrée (% du nominal)			Concentration en sortie (mg/l)	
	N°	Durée (mois)	DCO	MES	Hydraulique	DCO	MES
1	1	11,5	105	80	140	76	11
	2	8,3	95	100	150	75	12
	3	9,9	65	60	230	52	6
2	1	11,4	205	165	275	137	28
	2	5,4	200	210	290	125	27
	3	11,6	65	60	255	43	9
3	1	18,5	105	90	140	64	11
	2	13,1	65	65	235	42	7
4	1	11,4	235	180	300	137	28
	2	5,4	200	225	290	115	27
	3	9,8	75	75	270	47	9
6	1	11,5	115	90	145	78	11
	2	7,9	90	95	155	77	16
	3	5	60	70	280	41	4
	4	4,6	70	55	215	51	4

Tableau 4 : efficacité des filtres plate forme en fonction des charges reçues et d'une période de temps

- Le suivi massique sur les colonnes pendant une période de 100 jours avait mis en évidence que le poids d'équilibre de la biomasse n'était pas atteint sans que l'on puisse statuer sur le risque de

colmatage à terme. Le suivi du filtre 3 confirme que ce colmatage ne se produit pas après une durée de fonctionnement de 550 jours.

- La surcharge organique des filtres 2 et 4 jusqu'à un facteur 2 pendant une année permet un fonctionnement non-colmatant, mais avec une concentration de DCO à la sortie supérieure à 125 mg/l sans que la nitrification disparaisse. Une diminution de la charge permet une rapide augmentation de la nitrification.
- L'absence d'impact négatif d'une surcharge hydraulique jusqu'à un facteur 3, déjà constatée sur les colonnes, est confirmée par le suivi des filtres sur plate-forme.

3/ FILTRES EN CONDITIONS REELLES

Les conditions de fonctionnement des filtres sur la plate-forme, et a fortiori des colonnes au laboratoire, diffèrent des conditions de terrain.

Ces différences concernent :

- La température. La plate-forme subit probablement une plus forte incidence de la température par les faibles volumes mis en œuvre d'une part et l'isolation thermique plus réduite d'autre part. En revanche les essais ont été conduits dans des conditions climatiques relativement clémentes.
- La protection hydraulique. Dans les conditions actuelles de fonctionnement du réseau qui alimente la plate-forme, les eaux de ruissellement peuvent par grosses pluies entrer via les regards dans le réseau. Elles doivent être obligatoirement prises en compte par la plate-forme en raison de la protection de l'Etang de Thau. En revanche sur le terrain des systèmes d'écroulement sont mis en place.
- L'entretien. Sur un site expérimental l'entretien est en général plus soigné que celui sur site réel.
- Les rejets intempestifs. Sur réseau réel le risque de tels rejets existe et ils peuvent conduire à une surcharge de filtre.

Après les deux phases expérimentales initiales, les essais sur colonnes et les essais sur plate-forme, qui ont permis de confirmer le bien fondé du dimensionnement et de la mise œuvre, il est donc maintenant nécessaire, pour une validation complète, de repérer sur le terrain les écarts qui pourraient exister avec les observations expérimentales, d'en identifier les origines et le cas échéant de proposer les adaptations nécessaires.



Compte-rendu Réunion du 19 décembre 2001 à Rodez

Etaient présents :

H. Armand, S. Bavaveas, N. Besombes, C. Bonnet, E. Colas, O. Guiard, P. Labescau, J. Lassalle, B. Marteau, H. Philip

Objet : Bilan des mesures effectuées d'août à octobre 2001 sur les stations de Peyrusse-le-Roc (12), Chauilhac (48) et Saint-Michel-de-Bannières (46) selon le protocole établi entre la Société EPARCO, les SATESE et l'Agence de l'Eau.

RESULTATS DES MESURES

⇄ PEYRUSSE-le-ROC (90 EH)

- Le suivi des débits pendant la quinzaine des jours précédant le 1^{er} bilan a fourni des données sous-estimées en raison de problèmes de réglage du datalogger installé sur l'auge basculeur. Cependant, une surcharge de 3-4 jours (fête d'antan) a pu être mise en évidence autour du 11 août. En l'absence de mesure de pollution acheminée en station lors de la pointe et en l'absence de mesure fiable de débits, il est difficile de quantifier avec précision la surcharge organique reçue par le filtre (de l'ordre de 30%).
- Le bilan du 20-21 août 2001 met en évidence un rejet dépassant la norme D4 pour des taux de charges hydraulique et organique proches de la capacité nominale de la station : CH = 63% ; CO = 81%.
- Plusieurs prélèvements effectués entre le 31 août 2001 et le 26 septembre 2001 montrent que la station a recommencé à avoir un rejet dans les normes un mois environ après le 1^{er} bilan, malgré une nitrification qui a redémarré plus rapidement.
- Lors du 2^{ème} bilan du 9-10 octobre 2001, le filtre fonctionnait de nouveau correctement et présentait un rejet de bonne qualité pour des charges inférieures à 50% : CH = 29% ; CO = 26%.

Les résultats des mesures sur la station de Peyrusse-le-Roc posent le problème du fonctionnement des filtres compacts en période de pointe et de leur capacité à épurer les eaux usées sur la base de 0,3 m²/EH pendant la période estivale.

cr_191201

⇨ SAINT-MICHEL-de-BANNIERES (160 EH)

- Le relevé des débits du 13 août 2001 au 27 août 2001 a permis d'observer la sensibilité du réseau de collecte à l'intrusion d'ECP par temps de pluie (2 ou 3 mauvais branchements sur le réseau séparatif étant à l'origine des troubles).
- Les résultats des mesures réalisées lors des bilans des 27-28 août 2001 et 29-30 octobre 2001 indiquent un rejet de bonne qualité, accompagné d'une bonne nitrification pour des taux de charges hydraulique et organique de :

CH = 59 % ; CO = 54% lors du 1^{er} bilan

CH = 48% ; CO = 72% lors du 2^{ème} bilan

A défaut d'enseignements sur le fonctionnement du filtre compact (en raison de taux de charges trop faibles), le suivi de la station de Saint-Michel-de-Bannières nous rappelle l'importance des efforts à consacrer à la qualité des branchements sur les réseaux de collecte (la mise en oeuvre de la charte qualité n'étant pas un gage de qualité suffisant).

CHAULHAC (45 EH)

- Les mesures de débits ont mis en évidence l'insensibilité du réseau de collecte aux ECP par temps de pluie.
- De même que sur la station de Saint-Michel-de-Bannières les deux bilans réalisés ont donné de bons résultats avec des taux de charges cependant peu élevés :

1-2/08/2001 : CH = 28% ; CO = 48%

2-3/10/2001 : CH = 15% ; CO = 24%

- L'importance du taux d'accumulation des boues dans la FSTE soulève des questions.

REMARQUES GENERALES

⇨ PRETRAITEMENTS

La présence de dégrilleurs manuels sur les petites stations impose une fréquence de passage de l'employé communal en charge de l'entretien quasi quotidienne, ceci afin de limiter les risques de colmatage, et de by-pass des effluents si un DO est installé en tête de station.

La réflexion sur la nécessité de pose d'un dégrilleur manuel et sur la taille de son entrefer doit donc tenir compte d'une part du devenir des boues (épandage direct qui exige un dégrillage assez fin ou dépotage en step pour lequel un dégrillage plus grossier peut suffire), et d'autre part de la contrainte forte liée à l'entretien et aux risques de by-pass.

❖ LIMITEURS DE DEBIT

- EPARCO a apporté des modifications sur les limiteurs aval, afin de limiter les risques de bouchage, et examine les possibilités de rehausse du limiteur amont.
- La mise en place de tels dispositifs est à justifier au cas par cas et doit s'accompagner d'une description détaillée des débits admissibles en pointe à l'entrée de la FSTE et du filtre.
- Par ailleurs il y a lieu de s'assurer auprès des maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre du fonctionnement correct du réseau séparatif amont (quelques mauvais branchements pouvant suffire à engendrer des désordres non négligeables par temps de pluie).

❖ DIMENSIONNEMENT DU FILTRE

Sur Peyrusse-le-Roc, à défaut de mesures suffisantes au moment de la surcharge, les résultats sur la station dont le filtre a fonctionné autour de 0,3 m²/EH pendant le mois d'août, ne sont pas favorables à cette valeur de dimensionnement. Le système a en effet manqué de souplesse pendant la période de pointe, et a conduit à une dégradation de la qualité du rejet sur un mois.

A contrario, le fonctionnement sur 0,6 m²/EH des filtres de Saint-Michel-de-Bannières et Chaulhac n'a pas posé de problème particulier.

En l'absence, donc, de mesures supplémentaires prouvant que les filtres compacts peuvent passer de 0,6m²/EH à 0,3 m²/EH pendant deux mois de l'année, il est proposé de ne pas descendre en dessous de la base de dimensionnement de 0,6 m²/EH.

❖ STATIONS ANCIENNE GENERATION

Le SAV d'EPARCO se chargera de remettre en service et d'améliorer les stations qui présenteront des dysfonctionnements.

CONCLUSIONS

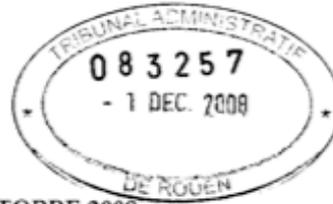
Suite aux résultats obtenus sur les trois stations ayant fait l'objet du suivi, l'Agence de l'Eau est disposée à financer les filtres compacts EPARCO à condition que ceux-ci soient dimensionnés sur une base de 0.6 m²/EH minimum. La nécessité de placer ce type de filière à l'aval d'un réseau séparatif neuf et pour ne traiter que des effluents strictement domestiques n'est pas remise en cause. Une note à l'attention des chargés d'affaires sera rédigée dans ce sens.

N.B. : si preuve peut être faite dans l'avenir de la capacité des filtres compacts à fonctionner sur 0.3 m²/EH, l'agence n'exclut pas de revoir ses conditions de financement.

La société EPARCO, quant à elle, poursuit ses efforts de recherche relatifs au fonctionnement des compteurs de débit, des dégrilleurs, des limiteurs de débit et de la FSTE.



10



COMPTE RENDU REUNION DU 28 OCTOBRE 2008

« FILTRES A SABLE »

Présents : (cf. liste)

Excusés : Monsieur BLONDEL, Président du SIAEPA de Bretteville Saint Maclou

Présentation

Chaque élu des collectivités fait état de la situation concernant l'état des STEP de type filtres à sable situées sur son territoire.

La plupart de ces installations récentes, dysfonctionnent au point de présenter des risques environnementaux et sanitaires, rejets en fossé, en pâturage, en rivière (ex : rejet dans l'Andelle) ou de sécurité publique (débordement et déversement sur la chaussée).

Les élus ont entrepris des actions différant sur les moyens employés mais les résultats sont à une exception près, décevants.

Les moyens ont été ceux de la négociation ou de la procédure judiciaire.

Ainsi deux syndicats ont négocié, aboutissant à la prise en charge par les assurances des constructeurs et maîtres d'ouvrage de la remise en état. Dans l'un des deux cas, un an plus tard les deux stations concernées dysfonctionnent à nouveau malgré l'expérience acquise par le bureau d'étude, maître d'œuvre, concerné.

Un autre syndicat a entrepris une action en justice, sur l'incitation de l'Agence de l'eau, depuis plusieurs années, aboutissant après une mise en cause de l'expertise juridique par la partie adverse à l'établissement de celle-ci au prix de 50 000 €. Le comité syndical déplore aujourd'hui la mise de fonds dans cette expertise, jugeant qu'il aura été plus utile de l'investir dans une réhabilitation.

Par ailleurs, il ressort des réunions diverses et des expériences relatées par les élus que ni eux-mêmes, ni leurs maîtres d'œuvre, ni le SATESE, ni les divers experts convoqués ne sont en mesure de garantir la fiabilité du système « fosses toutes eaux – filtres », et ainsi plus personne n'y croit.

C'est donc un double problème qui est soulevé, celui de la technique et celui de l'efficacité de la procédure. Au-delà, c'est celui de la qualité du milieu récepteur qui se dégrade en attendant que des solutions voient enfin le jour. C'est aussi celui de la responsabilité des élus,

notamment des maires, mais aussi celui des pouvoirs publics impliqués dans la politique environnementale.

Questions :

- Comment les collectivités peuvent-elles sortir d'une situation de dysfonctionnement chronique d'installations mise en fonctionnement pour la plupart de moins de cinq ans et qui présentent un risque de pollution voire de pollution effective ?
- L'Agence de l'Eau pourrait-elle soutenir financièrement les collectivités devant faire face aux travaux engendrés par un système d'épuration qui ne fonctionne manifestement pas ?
- Faut-il réhabiliter les filtres à sable ou abandonner ce type de dispositif ?

Discussions :

→ Actuellement, la voie amiable étant tarie du fait de l'usure de cette procédure auprès des acteurs concernés, un certain nombre de syndicats engagent une procédure de référé – expertise devant le tribunal administratif. Cette procédure permet la nomination d'un expert dans un délai en principe rapide, si l'exemple du cas cité précédemment ne se reproduit pas. L'expert déterminera l'état de la station et les raisons possibles du dysfonctionnement. Cela permet de constituer un état des lieux. Plusieurs intervenants sont susceptibles d'être mis en cause dans la procédure juridique : le constructeur, le maître d'œuvre, l'exploitant. Les services de l'État sont concernés lorsque la maîtrise d'œuvre a été attribuée à la DDAF.

La procédure, à la charge du syndicat est onéreuse (de 25 000 à 50 000 €) et prend environ deux années. Le référé –expertise permet une expertise plus rapide que celle que produirait une procédure sur le fonds. Elle permet aussi d'interrompre le délai de prescription décennale et de permettre, une fois l'expertise terminée, la réalisation de travaux sans que ces derniers ne provoquent une disparition de preuves.

Pour que cette voie, qui va durer dans le temps, puisse être assez efficace, il conviendrait qu'une fois l'expertise achevée, les travaux puissent alors être programmés sans attendre la suite de la procédure.

→ Pour l'Agence de l'Eau cette réunion fournit l'occasion_d'établir un état des lieux de la situation de ce type de STEP afin de trouver éventuellement une solution de financement. Le VIII ème programme prévoyait un système d'avances à condition qu'une démarche juridique ait été engagée. Il convient de vérifier que le IXème programme a prorogé cette disposition. A défaut, le subventionnement des reconstructions nécessiterait une décision du Comité de

Bassin. Si une aide de l'AESN était attribuée, elle serait subordonnée à l'engagement d'une procédure juridique menée à son terme.

→ Sur l'aspect technique, il semble que ce système d'épuration doit être abandonné. Ce système, dans les rares cas où il ne pose pas de difficulté est réalisé en gravitaire. A titre d'exemple, le syndicat de Cuy Saint Fiacre est propriétaire de trois STEP de ce type et la seule qui fonctionne est précisément en gravitaire

L'AESN partage l'avis technique des collectivités, du SATESE et du SIDESA quant à la nécessité d'abandonner le type de STEP « filtres à sable ». L'AESN ne pourra pas adresser de réponse aux collectivités sans disposer des informations sur l'état de ce type de STEP dans le département.

Le SIDESA précise que le schéma départemental d'assainissement collectif en cours doit définir des scénarii alternatifs dans un cadre de cohérence territorial et environnemental, ce qui pourra être utile aux perspectives dans le cas des STEP concernées.

Conclusions :

- L'intervention financière éventuelle de l'Agence de l'Eau pour la réhabilitation ou le remplacement des STEP de type filtres à sable est subordonnée à l'engagement d'une action en justice (éventuellement procédure de référé dans un premier temps, et nécessairement procédure au fond dans un second).
- Pour présenter la problématique à l'Agence de l'Eau, M. Filali doit disposer d'un récapitulatif des STEP concernées. Ce document doit mentionner à minima : le type de dispositif, l'année de mise en service, l'état de la procédure juridique, le nom du constructeur, la première année de dysfonctionnement, le type de dysfonctionnements, la capacité nominale, le montant estimé des travaux de réhabilitation.
- Le SIDESA va établir le document regroupant aussi largement que possible ces informations. Celui-ci sera envoyé aux collectivités d'ici le 18 novembre afin d'être complété en tant que de besoin. Les collectivités doivent renvoyer leurs observations au SIDESA le plus rapidement possible et fin novembre au plus tard. Le SIDESA procédera aux modifications et enverra ce tableau à l'Agence de l'Eau début décembre.
- La réponse de l'AESN pourrait intervenir, sous réserve du respect des délais précédemment cités au début de l'année 2009.



LES SYSTEMES D'EPURATION PAR INFILTRATION-PERCOLATION :

PRESENTATION ET DIAGNOSTIC DES DYSFONCTIONNEMENTS

Jean-Marc NOURRY - Ingénieur ENSEEIHT, Ingénieur Polytechnique Montréal, Expert près la Cour d'Appel de Rennes, Auditeur IHEDN - VITEO, 13, rue de la Monnaie - 35000 RENNES ; 25, rue Erlanger - 75016 PARIS ; N° TVA intracom. : FR94441916475 - N° SIRET : 441 916 475 00011 - APE : 742C

Pierre-Henri DODANE, Ingénieur Epuration des eaux, CEMAGREF, 3 bis quai Chauveau, 69336 Lyon Cedex 09

RESUME

Le traitement des eaux usées domestiques par infiltration-percolation est une technique alternative d'épuration relativement récente en France puisque la première installation remonte à 1981. Avec près de 25 ans de recul, cette filière arrive, aujourd'hui, à maturité. Après une présentation de la filière de traitement, ce document se propose de mettre l'accent sur les points sensibles du procédé et de formuler un ensemble de recommandations dès lors que des dysfonctionnements apparaissent.

MOTS CLES : ASSAINISSEMENT / EAUX USEES / EPURATION / INFILTRATION-PERCOLATION / FOSSE TOUTES EAUX / DECANTEUR-DIGESTEUR / FILTRATION / FILTRE SABLE / COLMATAGE / REGLEMENTATION

1. PRESENTATION

La France recense près de 36 500 communes. 85% de ces communes comptent moins de 2 000 habitants ce qui représente un total de 15 millions de personnes auxquels il faut rajouter 8 millions de vacanciers. Dans ces communes, la densité de population est faible, inférieure à 100 habitants par km².

Les particularités démographiques et foncières des collectivités rurales ont nécessité le développement de techniques adaptées à ce contexte.

L'épuration des eaux usées par infiltration-percolation est destinée aux collectivités de moins de 2000 équivalents-habitants (EH). Idéalement, ce système est optimisé pour des capacités maximales avoisinant les 500 équivalents-habitants (EH).

Cette technique d'épuration, développée aux Etats Unis dans l'après-guerre, n'est apparue en France que dans les années 80. L'infiltration-percolation est un bon moyen d'épurer les eaux des petites collectivités ainsi que des hameaux situés à l'écart des bourgs déjà assainis.

L'infiltration-percolation met en jeu à la fois des phénomènes physiques et des phénomènes biologiques.

L'infiltration-percolation est une filtration et une décomposition biologique aérobie des eaux usées sur un milieu granulaire, du sable par exemple.

La rusticité du traitement et la simplicité des ouvrages en font un moyen de traitement des eaux usées attractif, nécessitant une exploitation simple mais régulière.

2. MECANISMES EPURATOIRES

L'infiltration-percolation met en jeu trois grands mécanismes épuratoires :

- La filtration,
- L'oxydation,
- La décontamination.

La filtration : pour l'élimination des matières en suspension

Les matières en suspension (MES), et par conséquent une partie de la pollution organique, sont filtrées sur les premiers centimètres du filtre. Cette filtration mécanique est directement liée à la finesse de la granulométrie du matériau, qui ne doit pas, toutefois, empêcher l'écoulement. La filtration superficielle permet aussi de retenir une part des micro-organismes pathogènes.

L'oxydation : pour la dégradation des matières organiques dissoutes et en suspension

Le milieu granulaire, constitué de sable, de zéolithe, ou de pouzzolane, est le lieu d'une intense activité biologique. Les bactéries vont se fixer sur les particules solides et oxyder la pollution. La pollution organique est consommée et transformée en CO₂ et en chaleur. La pollution azotée, ammoniacale et organique, est transformée, par un processus de nitrification, en nitrate. Ce processus de nitrification est caractéristique du bon fonctionnement.

Les réactions d'oxydation nécessitent beaucoup d'oxygène. C'est cet oxygène, contenu dans les pores du milieu granulaire qui est consommé.

L'ajustement du renouvellement de la phase gazeuse passe par une optimisation des phases d'alimentation et de repos des filtres et par le séquençage de leur alimentation. La présence de l'oxygène, en quantité suffisante, est primordiale à un bon fonctionnement du système.

La décontamination : fonction de l'épaisseur des massifs

Les micro-organismes contenus dans l'effluent sont éliminés par filtration mécanique, par adsorption et par dégradation microbienne. L'efficacité de cette décontamination dépend majoritairement du temps de séjour dans le massif filtrant et de la granulométrie du matériau.

3. DESCRIPTION DE LA FILIERE

Une filière d'épuration par infiltration-percolation est classiquement constituée des équipements suivants :

- Un déversoir d'orage (facultatif)
- Un dégrilleur (facultatif pour les stations non soumises à déclaration, habituellement < 200 EH)
- Une fosse toutes eaux ou un décanteur digesteur
- Un préfiltre (facultatif)
- Un système d'alimentation des filtres
- Des massifs d'infiltrations

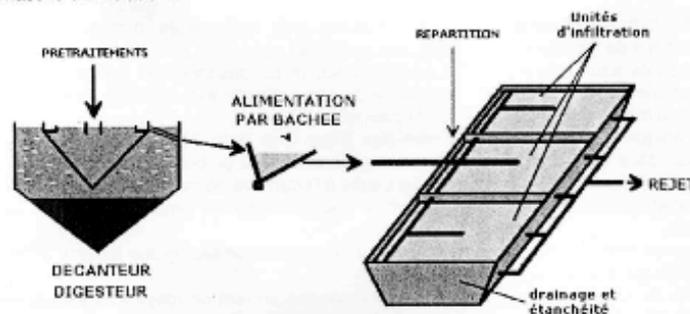


Schéma de principe d'une filière d'infiltration percolation
(Source Office International de l'Eau / CNFME/ Limoges)

Un déversoir d'orage (facultatif)

La surcharge hydraulique, souvent liée aux apports météoriques, est un des facteurs limitant dans le processus d'infiltration-percolation qui ne doit traiter que les apports dits de temps sec. Le déversoir d'orage permet de dériver les eaux de pluie hors de la filière de traitement. Cette sécurité n'est cependant pas indispensable au bon fonctionnement de la filière.

Un dégrilleur (facultatif)

Le dégrillage permet de débarrasser l'effluent des objets importants qu'il contient. Le dégrillage limite l'encrassement des canalisations ainsi que la surface des filtres des matières grossières, souvent non biodégradables. Le dégrillage limite aussi le développement des odeurs. Force est de constater que peu de stations en sont équipées.



Le dégrilleur : un équipement trop peu souvent installé (Photo de l'auteur)

Une fosse toutes eaux ou un décanteur digesteur : le premier étage de traitement

L'effluent est prétraité par une fosse toutes eaux (FTE) ou un décanteur digesteur. Le choix entre la fosse toutes eaux et le décanteur digesteur dépend principalement de la capacité de la station. En deçà de 150 équivalents-habitants (EH), la fosse toutes eaux apparaît comme le choix optimum, au-delà le décanteur digesteur est plus adapté. Il est indispensable de prévoir, à échéance régulière, une vidange de cet ouvrage de prétraitement. La fréquence des vidanges est préconisée par les constructeurs. A l'usage, les exploitants constatent cependant que la périodicité annoncée n'est pas toujours réaliste.

Un préfiltre (facultatif)

Le rôle du préfiltre est de retenir les particules qui seraient entraînées, par les remontées de gaz, du premier étage vers les filtres.

Un système d'alimentation des filtres

Cet ouvrage délivre le volume d'eau nécessaire à la répartition de l'effluent sur la totalité des filtres tout en évitant de les surcharger. L'alimentation par bâchée, dite syncopée, alterne des phases d'alimentation, quelques minutes et des phases de repos, quelques heures. Cette alternance améliore l'oxygénation des massifs filtrants par les échanges convectifs d'air engendrés.

La réoxygénation du massif est également assurée, entre deux bâchées, par les échanges diffusifs gazeux entre l'atmosphère et les interstices du matériau lorsque la plage d'infiltration est dénoyée.

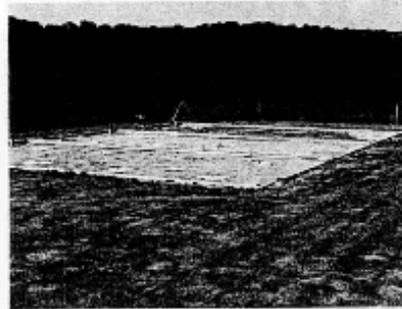
Des massifs d'infiltration : le cœur du traitement

En règle générale, le massif filtrant est divisé en trois parties permettant un roulement de plusieurs jours entre les phases d'alimentation et de repos de ces massifs. Trois parties permettent une durée de repos double de celle d'alimentation, ce qui contribue à empêcher le sur-développement de la biomasse épuratrice.

Le dimensionnement des filtres varie en fonction des matériaux mis en œuvre (sable, zéolithe, ...) et du type de filtre retenu (filtre découvert, enterré, compact, ...). Dans chaque configuration, il existe un optimum entre la surface de filtration et la nature des matériaux.

Des dimensionnements types sont proposés dans le rapport N°22 de le FNDAE (Fond National pour le Développement des Adductions d'Eau).

Cependant, en l'état actuel des connaissances, il apparaît que la mise en place de filières compactes aboutit nécessairement à des filières fragiles voire inadaptées.



Filtre à sable ouvert (Photo de l'auteur)

L'infiltration percolation est un système rustique bien adapté au monde rural.

Les systèmes d'épuration de type infiltration percolation présentent l'avantage d'une gestion simple et de bonnes performances épuratoires. En revanche, ces systèmes sont sensibles au colmatage physique et biologique. Ces colmatages doivent être absolument évités sous peine de rendre le filtre impropre à sa destination.

La régulation du taux de biomasse au sein des massifs filtrants, notamment par la gestion des périodes d'alimentation et de repos des filtres, est l'élément prépondérant dans la prévention du colmatage. Cependant cette gestion va être dépendante de paramètres physiques et biologiques (matériau mis en œuvre, charges surfaciques apportées, ...)

4. ETAT DES CONNAISSANCES

Le colmatage va réduire la porosité utile des matériaux, conduisant à modifier les vitesses d'écoulement et de transfert d'oxygène au sein du massif. Le colmatage doit être contenu pour maintenir les conditions de perméabilité et d'oxygénation nécessaires au bon fonctionnement et à la pérennité du filtre.

Le CEMAGREF (Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement) a étudié la nature des différents colmatages ainsi que leur influence sur le fonctionnement des filtres. Le colmatage se divise en trois grandes catégories :

- un colmatage physique dû au dépôt des matières en suspension (MES),
- un colmatage biologique induit par la croissance de la flore bactérienne,
- un colmatage chimique lié à la précipitation et au dépôt de sels (négligeable),

Colmatage physique

Le colmatage physique, aussi appelé superficiel, est lié à l'accumulation de dépôts organiques à la surface du filtre. Les particules les plus fines sont bloquées entre les pores des matériaux. Plus le matériau est grossier, plus les matières pénétreront profondément. Le colmatage sera retardé mais plus épais.

Le seul moyen de résorber le colmatage superficiel est le séchage de la plage d'infiltration et le ramassage du dépôt. La prévention du colmatage superficiel passe par l'interruption périodique du fonctionnement des massifs filtrants permettant la minéralisation des matières organiques.

Colmatage biologique

Le colmatage biologique est engendré par l'occupation de la porosité du matériau par la biomasse et les sous-produits issus du métabolisme bactérien. Si la production de boue devient supérieure au taux de décroissance de la biomasse, ou si l'alternance des phases d'alimentation et de repos n'est pas correctement gérée, il apparaît une accumulation de boue.

Si des conditions anaérobies surviennent même localement, en raison notamment de surcharges hydrauliques, le métabolisme microbien engendre alors la production de composés responsables de l'obstruction des pores. De tels composés sont plus difficilement biodégradables et très peu perméables à l'eau.

La gestion du colmatage biologique recourt aux mêmes méthodes que pour le colmatage physique. L'arrêt de l'alimentation interrompt le flux de substrat organique et donc le développement de bactéries hétérotrophes.

Le colmatage physique peut engendrer un colmatage biologique dans le cas d'une superposition inadaptée de couches de granulométries différentes ou de l'interposition d'un film synthétique inadapté entre deux couches de matériaux.

L'évaluation du colmatage des systèmes poreux est complexe. Cependant, toutes les études mettent en évidence l'importance des phases de repos ainsi que des rythmes d'alimentation sur l'accumulation de matière organique au sein du massif.

Les approches par modélisation de ces systèmes ne sont pas, actuellement, satisfaisantes et donc rendent difficiles tous pronostics concernant la durée de vie des systèmes.

A cela s'ajoute un manque crucial d'outils permettant de juger de l'état de colmatage des systèmes et donc de pouvoir définir les modes de gestion à mettre en oeuvre pour éviter ces colmatages.

5. DIAGNOSTIC D'UN SYSTEME D'EPURATION PAR INFILTRATION-PERCOLATION

Le nombre de dysfonctionnements constatés des stations d'infiltration-percolation est croissant.

Cela est dû, non seulement au vieillissement du parc de stations, près de 25 ans pour les plus anciennes, mais aussi à la montée en puissance de la capacité des stations. Aujourd'hui, beaucoup d'entre elles arrivent à leur capacité nominale.

Face à ce constat, il apparaît intéressant de proposer une méthodologie d'étude afin de cerner, au mieux, les origines des désordres et de définir les améliorations nécessaires à la réhabilitation de la station.

La plupart du temps, les dysfonctionnements sur les filtres se constatent visuellement de la manière suivante :

- Manque d'évacuation de l'effluent, celui pouvant aller jusqu'à « stagner » entre deux bâchées,
- Ecoulements préférentiels au niveau du système de répartition, créant souvent des zones surchargées, de couleur sombre, en surface des filtres.
- Développement bactérien anaérobie au niveau de l'exutoire.



Colmatage de surface (Photo J.M. Nourry)



Développement bactérien en sortie de station (Photo J.M. Nourry)

Les analyses, en sortie de station, confirment souvent la médiocre qualité du traitement. Le colmatage est un phénomène physique et biologique. Ses répercussions ne sont donc pas immédiates. Les désordres apparaissent, le plus souvent, quelques années après la mise en eau de la station, alors même que la station a été réceptionnée sans réserve.

La méthodologie proposée ci-dessous permet d'appréhender la station dans sa globalité et de cerner les différents paramètres à l'origine des désordres.

Le diagnostic se décompose en trois étapes :

- vérification de la conformité des charges reçues avec les charges prévues, et de la présence des organes de sécurité
- vérification du bon dimensionnement des étages de traitement au regard de l'objectif de rejet du CCTP et des règles de l'art
- appréciation du soin porté à l'entretien

Conformité entre charges prévues et reçues

a. Le type de station

Les différents organes de la station seront étudiés. La présence ou non de déversoir d'orage, de dégrilleur ou du préfiltre sont des informations importantes, susceptibles d'orienter l'expert dans la recherche des désordres.

b. Les charges reçues en tête de station

Il est important que la charge réellement entrante corresponde au plus à la charge nominale définie dans le CCTP.

Les charges se décomposent en une charge organique et une charge hydraulique.

La charge organique est définie par le nombre de personnes réellement raccordées auquel il faut rajouter toutes les autres sources d'apport (artisanat, restauration, école, petites industries agroalimentaires ...).

A une charge organique correspond nécessairement une charge hydraulique.

Au-delà de la charge hydraulique d'un effluent urbain standard, il est indispensable de quantifier les eaux claires parasites collectées dans le réseau.

Les eaux claires parasites sont des eaux peu chargées provenant soit des eaux pluviales soit des nappes. Ces eaux claires parasites, en trop grande quantité, déséquilibrent le fonctionnement de la fosse toutes eaux ou du décanteur-digester, ce qui dégenère le traitement, et diminue la possibilité d'aération des filtres.

Une simple observation piézométrique, ou la mesure des hauteurs d'eau dans les puits, permettent, en association avec la configuration géographique du site, à moindre coût, d'avoir une idée de l'existence potentielle d'infiltration d'eau dans le réseau.

L'étude de la pluviométrie permet de quantifier l'impact des eaux claires météoriques sur le débit arrivant en tête de station.

Les tests à la fumée sont alors préconisés. Les branchements des gouttières sont étudiés par l'injection d'un colorant.



Test à la fumée sur un réseau séparatif (Photo J.M. Nourry)

Enfin, une inspection nocturne des réseaux permet de diagnostiquer la présence d'eaux claires parasites permanentes arrivant en tête de station.

Les charges hydrauliques entrées peuvent être appréhendées quand la station est muni de compteur (Temps de fonctionnement des pompes de relèvement, comptage des basculements de bâchées ...).

Il est important de constater que la présence d'eaux claires est inévitable, et ce même dans un réseau séparatif. Lorsqu'elles ne sont pas quantifiées dans le CCTP, l'entrepreneur devrait en tenir compte dans des proportions réalistes et précisées dans son marché.

Éléments nécessaires à l'étude de la filière de traitement :

Présence d'un déversoir d'orage	
Présence d'un dégrilleur	
Présence d'un préfiltre	
Nature du prétraitement	Fosse toutes eaux Décanteur-digester
Charge hydraulique	Nombre de raccordés Volume d'eau potable distribué Eaux claires parasites Eaux claires météoriques
Étanchéité du réseau	Test à la fumée Test au colorant
Charge organique	Nombre de raccordés Restauration collective Artisanat Autre
Niveau de traitement exigé	

La difficulté de cette estimation réside dans la variabilité des paramètres hydrauliques, ce qui peut rendre utile l'interrogation de la mémoire collective de la commune.

Dimensionnement de la station

a. Le niveau de traitement

Le niveau de rejet est souvent fixé par arrêté préfectoral. Il est déterminé en fonction de la vulnérabilité et des usages du milieu récepteur. Il est précisé dans le CCTP. Il doit être nécessairement atteignable avec le système épuratoire mis en œuvre. Des dimensionnements types pour des filières de conception classique sont proposés dans le document N°22 de la série FNDAE.

b. Traitement primaire

Le dimensionnement théorique de la fosse toutes eaux ou du décanteur-digester sera vérifié notamment au regard du temps de stockage des matières et du taux de rétention voulu.

La structure de l'ouvrage et l'agencement des canalisations d'arrivée et de départ doivent être vérifiés.

Si la hauteur des boues dans l'ouvrage est importante. Il convient de valider ou non le risque de départ de ces boues sur les filtres et éventuellement de préconiser une augmentation de la fréquence des vidanges.

c. Répartition hydraulique de l'effluent

Souvent non présenté dans les notes de calcul du CCTP, ce système doit présenter un volume et une pression d'eau suffisante pour répartir l'effluent uniformément sur toute la surface du filtre.

A ce stade, l'observation visuelle reste la solution la plus fiable.

La fiabilité du système peut être appréhendé en interrogeant le personnel chargé du suivi de la station.

d. Massifs d'infiltration

Il s'agit de vérifier, pour les procédés répertoriés dans le FNDAE 22, les surfaces, profondeurs, type d'intercouche et caractéristiques du matériau filtrant.

Pour les filtres non répertoriés, il est indispensable de raisonner par similitude en prenant en référence les caractéristiques de porosité des matériaux filtrants.

La perméabilité et la porosité sont des caractéristiques physiques qui représentent la facilité qu'a un matériau à permettre le transfert de l'effluent au travers du massif. La Loi de Darcy permet de relier un débit à un gradient de pression appliqué au fluide grâce à un paramètre caractéristique du milieu traversé.

Cette approche, bien que simpliste, offre dans le cadre d'une expertise les éléments suffisants à la validation du bon dimensionnement des filtres. Sur des technologies récentes, il apparaît que le sous-dimensionnement des filtres entraîne un colmatage dès lors que la charge collectée dépasse 50 % de la charge nominale.

On peut en premier lieu observer la granulométrie du matériau mis en œuvre, ce qui donne un aperçu de la perméabilité. Dans un second temps il peut être réalisé une analyse granulométrique et ce malgré un coût souvent prohibitif.

L'observation sur le terrain permet de valider la nature des différentes strates du massif et la présence ou non d'un géotextile.

La couleur noirâtre au sein du massif confirme la présence d'une biomasse anaérobie un fonctionnement anaérobie caractéristique d'un dysfonctionnement.

e. La qualité du rejet

Un bilan 24 heures permet d'avoir une analyse fine de la qualité des rejets. Ce bilan 24 heures sera complété par des mesures effectuées à chaque étage du traitement afin de vérifier le bon abattement de la pollution sur chaque organe de la station.

Éléments nécessaires à l'analyse technique de la station

Dimensionnement du traitement primaire	Validation théorique
	Abatement constaté
	Observation du niveau de boue
Répartition hydraulique de l'effluent	Validation visuelle et première approche théorique
	Absence de zone préférentielle
Dimensionnement des massifs d'infiltration	Validation théorique
	Abatement constaté
	Nature des matériaux
	Présence d'un géotextile, d'une géogrille ou d'une couche de gravier de transition
	Analyse visuelle : caractéristiques granulométriques des matériaux et couleurs de la biomasse
	Analyse granulométrique ou de perméabilité
Qualité du rejet	Observation visuelle
	Analyse en sortie de station

Appréciation du niveau d'exploitation de la station

L'infiltration-percolation est un système rustique qui nécessite de la rigueur dans son exploitation quotidienne.

La rotation des filtres doit être scrupuleusement suivie par l'agent d'exploitation.

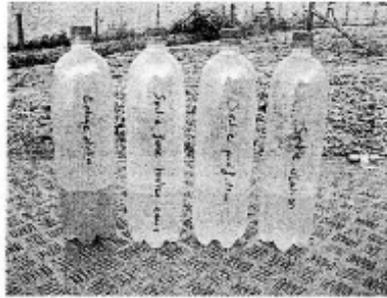
Concernant les filtres non couverts, il est impératif d'effectuer, après le séchage des filtres, un racleage superficiel, au râteau, puis de procéder à l'évacuation des dépôts. Le bêcheage du massif amène à enfouir la couche de dépôt dans les premiers centimètres du matériau et augmente, de fait, le risque de colmatage.

Il apparaît cependant que, dans les collectivités rurales, les opérations de maintenance ne sont pas enregistrées de manière exhaustive par l'exploitant dans les cahiers de maintenance. Ce manque de formalisme est souvent à l'origine, lors des expertises, de désaccord entre les parties.

Éléments nécessaires à l'appréciation du niveau d'exploitation de la station

Présence d'un carnet d'entretien	Validation des rotations de filtres
	Périodicités de ces rotations
	Archivage d'un comptage de débit
Appréciation de la maintenance quotidienne	Validation des niveaux de boues
	Validation des écoulements
	Respect des préconisations constructeur
Fréquence des vidanges	Date de la dernière vidange
	Condition de la vidange
Qualité de l'entretien général	

L'étude des désordres concernant le colmatage des massifs d'une station de type infiltration percolation nécessite une approche globale de l'unité de traitement.



Abatement de la pollution à chaque étape de traitement (Photo J.M. Nourry)

Loïn d'être exhaustive, la méthodologie proposée ci-dessus passe en revue les différents facteurs influents sur son fonctionnement.

L'infiltration-percolation est une filière d'assainissement bien adapté à l'épuration de communes rurales et ce sous certaines conditions : une bonne conception, un bon suivi, un entretien régulier.

Le maître d'ouvrage a la possibilité d'agir sur la surveillance et la maintenance des ouvrages et sur la conformité des raccordements. Il est cependant totalement impuissant sur le dimensionnement initial proposé et garanti par le constructeur. Une station sous dimensionnée s'adapte mal aux conditions réelles de fonctionnement et plus particulièrement de fonctionnement des réseaux.

Dès lors qu'il apparaît un dysfonctionnement, il est nécessaire d'étudier la filière dans sa globalité, du réseau à l'exutoire. La station est disséquée étage de traitement par étage de traitement et l'abatement de la pollution est défini pour chaque ouvrage. Les eaux claires parasites et météoriques, arrivant en tête de station, sont quantifiées et leur impact, sur le prétraitement, étudié.

Au-delà du coût certain lié aux nombreuses analyses, seule cette dissection méthodique permettra à l'expert, de définir, en toute objectivité, les origines et les causes des désordres.

LEXIQUE

Aérobie	Se dit d'un milieu contenant de l'oxygène
Anaérobie	Se dit d'un milieu ne contenant pas d'oxygène
Bâchée	Une bâchée représente le volume d'eau déversé séquentiellement sur les massifs filtrant lors des phases d'alimentation
DCO	La Demande Chimique en Oxygène (DCO) représente la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la totalité des matières contenues dans les eaux usées, qu'elles soient biodégradables ou non.
DBO	La Demande Biochimique en Oxygène (DBO) représente la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour qu'ils puissent oxyder les matières biodégradables.
DCO/DBO	Le rapport DCO/DBO représente la biodégradabilité d'un effluent. Pour un effluent urbain, ce ratio est voisin de 2. La DBO est toujours inférieure à la DCO
MES	Les Matières En Suspension (MES) sont des particules non dissoutes qui contribuent à diminuer la transparence de l'eau.
Rendement épuratoire	C'est la proportion de pollution éliminée par la station d'épuration.
Equivalent-habitant (EH)	C'est la quantité de matières polluantes réputée être produite quotidiennement par une personne. Cette unité de mesure permet de comparer facilement des flux de matières polluantes.
Micro-organismes pathogènes	Organismes microscopiques susceptibles de rendre malade les personnes ou les animaux.

BIBLIOGRAPHIE

Agences de l'eau et Ministère de l'Environnement, 1991, Etude inter agence N°7, Etude préliminaire à l'implantation des dispositifs d'épuration par infiltration-percolation.

Agences de l'eau et Ministère de l'Environnement, 1993, Etude inter agence N°9, Epuration des eaux usées urbaines par infiltration percolation : état de l'art et étude de cas.

Conseil Général de la Seine Maritime et Conseil Général de l'Eure, 2001, Epuration domestique des eaux usées par filtration sur sable : prescriptions et recommandations pour la conception et la réalisation.

FNDAE, CSTB, CEMAGREF, 1997, Document technique N°22, Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités. (www.cemagref.fr - www.lndae.fr)

Circulaire n°97-31 du 17 février 1997 relative à l'assainissement collectif de communes-ouvrages de capacité inférieure à 120 kg DB05/jour (2000 EH)



Note sur la qualité des effluents bruts alimentant les stations et les performances des fosses EPARCO (Décembre 2008)

Le rapport du CEMAGREF contient un chapitre intitulé « Fonctionnement des fosses toutes eaux, cf. § II.12.) qui fait état des performances des fosses : concentration en MES en sortie de fosses et rendements obtenus. Le tableau 29 du chapitre concerné est établi sur la base « d'une cinquantaine de bilans de 24 H ». En absence de présentation des données brutes, nous avons établi un tableau similaire, mais avec les données disponibles au sein du Centre Technique de Recherche EPARCO. Ces données, archivées par le SAV Eparco, sont issues de 80 bilans de 24 H réalisé sur 30 stations différentes et proviennent de 3 sources : 19 bilans réalisés par les SATESE dans le cadre du suivi des stations, 20 bilans réalisés par le laboratoire EPARCO (dont la moitié en collaboration avec les SATESE), et 41 bilans effectués par des bureaux privés dans le cadre d'expertises indépendantes. Les données sont calculées par le logiciel Stat View.

Les résultats sont montrés dans le tableau suivant :

	Entrée fosse					Sortie fosse			
	DCO	DBO5	MES	N-NK		DCO	DBO5	MES	N-NK
Moyenne	1014	447	387	96		486	226	97	84
Médiane	906	439	330	95		474	212	92	87
Ecart-type	537	191	227	24		164	108	42	25
Variance	288646	36592	51558	571		26986	11703	1791	631
Minimum	284	170	107	50		169	25	30	2
Maximum	3200	1232	1256	168		890	440	221	157
Nombre de bilans 24 H	80	60	80	58		80	60	80	58

On constate que les effluents d'entrée sont en moyenne équilibrés $DCO/DBO5 = 2,26$, mais que les concentrations moyennes en DCO (et DBO5) sont plus élevées que celles données par le CEMAGREF, 1014 mg/L de DCO ici contre 892 mg/L pour le CEMAGREF. Les médianes sont également plus élevées ici : 906 mg/L contre 857 mg/L pour la DCO et 439 mg/L contre 360 mg/L pour la DBO5.

On note par ailleurs que les concentrations en sortie de fosse mesurées ici sont plus basses en ce qui concerne la DCO, les MES, et le N-NK avec respectivement 486, 97 et 84 mg/L, contre 501, 125 et 96 pour les mêmes paramètres dans le rapport CEMAGREF.

Les rendements sont donc plus élevés ici puisque l'on trouve d'après les bilans 24 H :

	Rendements en %			
	DCO	DBO5	MES	N-NK
Moyenne	44	46	69	10
Médiane	41	44	74	9
Ecart-type	23	25	19	25
Variance	526	629	353	647
Minimum	-24	-20	9	-40
Maximum	88	87	93	98
Nombre de bilans 24 H	80	60	80	58

Ces rendements sont ceux attendus , avec une valeur médiane de 74 % pour les MES et de 41 % pour la DCO. Les moyennes sont toutes plus élevées que celles avancées par le CEMAGREF qui trouve notamment seulement 62 % de rendement moyen sur le paramètre MES, contre 69 % ici.

Par ailleurs, le rendement sur le N-NK correspond ici à ce que l'on trouve dans la littérature. Le CEMAGREF trouve un rendement de - 3%, ce qui peut arriver ponctuellement mais qui ne peut pas correspondre à la réalité. Cela tend à montrer que le calcul statistique dans ce cas précis n'a pas de sens de manière générale sur le plan biologique.

De plus, on doit noter que les 80 bilans exploités ici mentionnaient le débit entrant mesuré. On a donc calculé les charges reçues par les fosses et comparé ces charges par rapport au volume des fosses et donc à la capacité de traitement de ces fosses . Les résultats sur les moyennes sont les suivants :

Volumes des fosses : 64 m³

Capacité de traitement des fosses : 183 EH

Débits mesurés : 21,8 m³/24H

Charges en DCO : 22,1 Kg/j

Charges en DBO5 : 9,7 Kg/j

EH mesurés sur la base DCO (120g/j.EH) = 184 EH

EH mesurés sur la base DBO5 (60g/j.EH) = 162 EH

Sur les 80 bilans exploités, le taux de charge des fosses est donc de 89 à 100 % de la capacité nominale théorique.

Conclusion : les 80 bilans 24 H que nous avons traités donnent des informations sensiblement différentes des 50 bilans récupérés des SATESE par le CEMAGREF. Les différences les plus notables concernent :

- la concentration moyenne des effluent d'entrée : la valeur de DCO trouvée ici est de 1014 mg/L contre 892 mg/L trouvée par le CEMAGREF
- la concentration des effluents de sortie de fosses : la valeur moyenne calculée ici est de 97 mg/L contre 125 mg/L avancée par le CEMAGREF.
- Les charges des fosses, et donc des stations sont de 89 à 100% selon le paramètre considéré.

-

Ces différences devraient être expliquées par la comparaison des données brutes qui est donc indispensable.



Analyse du document « Les filtres à zéolithe en Assainissement Collectif : Etat des lieux et analyse du fonctionnement »

J'ai étudié le document Cemagref relatif aux filtres zéolithes, il s'agit d'un document qui constitue un travail statistique important réalisant une analyse détaillée des données fournies par les départements, et les Satese en particulier. On peut cependant émettre quelques critiques :

- Le rapport ne fait pas référence dans l'état de l'art aux autres documents, parfois récents qui ont été réalisés sur la technologie des filtres à zéolithe, notamment l'étude de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, voire même l'étude faite avec Eparco, si cette société l'autorise. C'est regrettable car les auteurs peuvent donner l'impression qu'ils considèrent que seule leur étude devrait être prise en considération. Je crois que pour des rapports sur des technologies de ce type, qui restent encore récentes et peu répandues, il faut rassembler autant que possible toutes les informations disponibles. Ceci est d'autant plus utile qu'il s'agit de données françaises, car parfois il est difficile de faire des comparaisons avec des données étrangères car les types d'eaux usées (quantité et qualité) et les pratiques d'assainissement peuvent être très différentes, ce n'est pas le cas ici.
- De manière similaire il est dommage que dans la présentation de l'art, la comparaison ne soit pas plus poussée avec les technologies du même type : filtres à sable, infiltration-percolation, à l'exclusion des filtres plantés, par exemple, qui sont mieux connus, mieux décrits et avec lesquels il n'y a pas de risque de confusion. Par contre pour les autres technologies il est souhaitable, selon moi, de bien définir les différentes variantes et leurs spécificités propres. Ainsi dans le document il est difficile, à mon avis, de voir ce qui distingue, en dehors du matériau lui-même, le filtre à sable du filtre à zéolithe. Or on sait que dans ce dernier cas par exemple c'est la totalité du volume qui est utilisée, alors que les filtres à sable (lents) ne sont réellement actifs que dans leur partie supérieure. Le bilan est fait sur les filtres zéolithes, mais il semble que d'autres installations : d'infiltration percolation, mais aussi de filtres à sable peuvent également poser des problèmes. Il serait donc important de préciser en quoi le diagnostic, mais plus encore les conclusions sont spécifiques aux filtres zéolithes ? Peut-on par exemple comparer les taux de dysfonctionnement des filtres à zéolithes à ceux des filtres à sable ?

Avenue de Longwy, 185 - B-6700 ARLON

-
- Enfin et c'est certainement le reproche principal qui peut être fait : on se demande pourquoi, arrivés par un traitement statistique sur des données non directement collectées par les auteurs eux-mêmes, ils n'envisagent pas de confirmer leurs conclusions en appliquant pour quelques installations la méthodologie que le Cemagref a lui-même élaborée pour le diagnostic des installations. Je fais mention au document « Les systèmes d'épuration par infiltration-percolation : présentation et diagnostic des dysfonctionnements » document Viteo-Cemagref. Il serait intéressant, avant de pouvoir valider les conclusions, de retourner sur le terrain pour quelques installations qui auraient été identifiées comme en dysfonctionnement mais non manifestement surchargées. En testant la méthodologie qui a été proposée, on pourra vérifier s'il elle est applicable et si elle confirme le diagnostic établi sur base de l'étude statistique, ou s'il faut nuancer ce dernier.
- Sans mettre en cause les tableaux de données et les graphiques du rapport on peut remarquer que certains éclaircissements seraient nécessaires, mais il est difficile de pousser l'analyse plus avant sans disposer des données brutes. Voici cependant quelques exemples :
 - o P13 dernier paragraphe : médianes à 150 et 78 EH
 - o P 31 pourquoi les filtres plantés de roseaux traitent –ils des effluents moins concentrés ? Est-ce parce que les eaux sont plus diluées ?, pourquoi ? Si c'est le cas, c'est normal alors d'avoir un besoin plus grand en surface.
 - o Comment se fait-il que des stations qui disposent de limiteurs de débit puissent être surchargées hydrauliquement par rapport à la charge nominale ? à quelles valeurs de débits sont fixés les limiteurs ? fonctionnent-ils correctement ?
 - o P 42 peut –on vérifier ? car la variance des systèmes en dysfonctionnement (pour la DCO) semble nettement plus grande sur le graphique.
 - o P 44 figure 36. Ce graphique mérite un examen approfondi. Sachant que la conclusion finale du rapport sera que les stations en dysfonctionnement sont plus chargées hydrauliquement que les stations en bon fonctionnement. Or on voit sur le graphique que certaines stations en dysfonctionnement sont tout à fait dans la même gamme de charge hydraulique que les stations en bon fonctionnement. Inversement seulement 9 stations sont réellement au dessus de la charge nominale (ont-elles des limiteurs de débits ?) De plus peu de stations en dysfonctionnement ont des charges hydrauliques hors de la gamme des charges appliquées pour les

« bonnes » stations. Il est donc difficile d'imaginer que la charge hydraulique puisse être la seule explication....

- P 46 figure 37, On ne sait pas si les 5 step au-delà de la charge organique sont commune ou différentes avec celles de la p 44 où on a supprimé les 9 stations qui dépassent la charge nominale hydraulique... ?
- Enfin le rapport, en analysant les résultats communiqués par les exploitants, fait une « photographie » à un instant donné de l'état de la situation telle que perçue à travers l'analyse statistique des données transmises. Cependant il y a aussi un facteur « évolution dans le temps » qu'il serait intéressant de connaître. En effet pour les installations qui sont nettement en surcharge (hydraulique ou organique, ou les deux) il y a peu de chose à dire, sinon qu'il faudra les réhabiliter. Par contre il serait intéressant pour les stations non surchargées de façon manifeste et permanente, de voir si on constate une évolution dans le dysfonctionnement, de vérifier si on observe des symptômes précurseurs, ou de voir si les éventuelles interventions se sont avérées fructueuses. En d'autres termes est-ce que le dysfonctionnement, lorsqu'il apparaît, devient récurrent ou peut-on y remédier de manière durable ?

J-L VASEL
Professeur



L'ASSAINISSEMENT AUTREMENT

**COMMENTAIRES ET ANALYSE DE L'ÉTUDE
«LES FILTRES À ZÉOLITHE EN ASSAINISSEMENT
COLLECTIF»
(CEMAGREF 2008)**

SOMMAIRE

PREAMBULE

INTRODUCTION

1) **PREMIERE PARTIE : LES PROBLEMES DE TRAITEMENT DES DONNÉES ET D'ANALYSE STATISTIQUE DANS LE RAPPORT DU CEMAGREF**

1.1) **Un manque de rigueur dans la démarche scientifique** p 5

1.2) **Une mauvaise représentativité des échantillons pris en compte** p 6

1.2.1) Charge hydraulique

1.2.2) Concentrations et charges organiques

1.2.3) Conclusion sur la représentativité des échantillons

1.3) **Les erreurs d'hypothèse et d'analyse** p 7

1.3.1) L'entretien des stations

1.3.2) Le fonctionnement du prétraitement

1.3.3) La charge hydraulique

1.3.4) Les dépassements ponctuels de capacité

1.3.5) Conclusions sur les erreurs d'hypothèse et d'analyse

1.4) **Les erreurs de méthodologie sur le plan statistique** p 10

1.5) **Les erreurs de classification des stations** p 10

2) **DEUXIEME PARTIE : VALIDATIONS DU FILTRE À ZÉOLITHE ET SITUATION GÉNÉRALE DU PETIT ASSAINISSEMENT COLLECTIF**

2.1) **Les validations du filtre à zéolithe en assainissement collectif** p 11

2.1.1) Les recherches et validations d'Eparco

2.1.2) La validation du *Cemagref*

2.1.3) La validation de l'agence de l'eau Adour-Garonne

2.1.4) Conclusions sur les validations du filtre à zéolithe en assainissement collectif

2.2) La mauvaise situation générale du petit assainissement collectif **p 13**

2.2.1) Données de l'agence de l'eau RMC

2.2.2) Données du SATESE des Landes

2.2.3) Les filtres à sable dans le bassin Seine-Normandie

2.2.4) Les filtres à sable dans le département de l'Hérault

2.2.5) Conclusions sur l'état du petit assainissement collectif en France

2.3) CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE **p 16**

3) TROISIEME PARTIE : CAUSES DE DYSFONCTIONNEMENT ET SOLUTIONS DE RESTAURATION DES STATIONS AVEC FILTRE À ZÉOLITHE

3.1) Recensement des causes de dysfonctionnement sur les stations avec filtres à zéolithe **p 17**

3.2) Fonctionnement des fosses Septiques et charge des stations **p 18**

3.3) Méthodologie de restauration des stations avec filtre à zéolithe **p 19**

4) CONCLUSION GÉNÉRALE

PREAMBULE

Le Cemagref a publié sur son site internet le 23 Janvier 2009 une étude intitulée « *Les filtres à zéolite en assainissement collectif* ». Cette publication était accompagnée d'un rapport d'Eparco intitulé « *étude des filtres à zéolithe en assainissement collectif (Cemagref 2008)- Premiers éléments contradictoires* ». Le présent rapport d'Eparco remplace le précédent. Avec l'aide de scientifiques consultés par Eparco il met en évidence les défauts importants de l'étude du Cemagref relatifs tant à la démarche scientifique qu'au traitement statistique des données . Il montre que le filtre à zéolite a fait l'objet de recherches approfondies ayant permis d'aboutir à une conception et un dimensionnement validés. Le rapport explique enfin les causes extérieures de dysfonctionnement dans le cadre de la mauvaise situation générale du petit assainissement collectif .

INTRODUCTION

La première partie de ce document, pour laquelle Eparco a fait appel à des experts scientifiques appartenant à la recherche institutionnelle, met en évidence que les critères d'une démarche scientifique de qualité ne sont pas respectés dans l'étude du Cemagref. Des incohérences dans la constitution des échantillons servant de base à l'étude, et **des erreurs fondamentales d'hypothèse et d'analyse statistique, qui rendent caduques les conclusions**, ont été mises en évidence. De plus, un très fort pourcentage d'erreurs dans l'interprétation des données brutes fournies par les SATESE conduisent à biaiser les échantillons.

Dans l'étude Cemagref, d'une part les données préexistantes concernant le fonctionnement des filtres à zéolithe et d'autre part le contexte général de l'assainissement des petites collectivités en France, n'ont pas été pris en compte. Or des problèmes d'ordre général se posent pour le petit collectif, y compris pour les filtres à sable qui relèvent d'une technologie très voisine des filtres à zéolithe. De même, les validations antérieures du filtre à zéolithe, y compris en cas réel, sont occultées.

Dans ce rapport EPARCO apporte en conséquence les informations manquantes utiles à la réflexion :

La deuxième partie indique :

- la démarche de recherche ayant conduit à la mise au point du filtre à zéolithe
- les validations du filtre compact à zéolithe en assainissement collectif, y compris par le Cemagref
- la situation du petit assainissement collectif sur le terrain.

La troisième partie donne :

- les causes identifiées de dysfonctionnement des stations EPARCO
- les solutions appliquées pour la restauration du bon fonctionnement.

1) PREMIERE PARTIE : LES PROBLEMES DE TRAITEMENT DES DONNÉES ET D'ANALYSE STATISTIQUE DANS LE RAPPORT DU CEMAGREF

Dans cette première partie, on met en évidence que le rapport du Cemagref souffre d'un manque de rigueur dans la démarche scientifique et que les échantillons pris en compte sont peu représentatifs pour les paramètres examinés. De plus, des facteurs essentiels pouvant conduire au dysfonctionnement, tels que l'entretien ou la qualité de l'effluent prétraité n'ont pas réellement été pris en compte. Enfin, sur le plan purement statistique les erreurs de méthodologie sont telles que les conclusions de l'étude doivent être rejetées.

1.1) Un manque de rigueur dans la démarche scientifique

EPARCO a demandé à un chercheur (S. Dukan, laboratoire de chimie bactérienne, CNRS à Marseille) d'évaluer le rapport du Cemagref dans l'esprit de ce que fait un comité de lecture pour évaluer une publication scientifique.

Le résumé de cette évaluation, rédigé par l'auteur lui-même, est donné ci-dessous. Les commentaires complets se trouvent en **annexe 1**.

Résumé :

L'objectif de ce compte rendu a été de « reviewer » le rapport intitulée « les filtres à zéolite installés en assainissement collectif » comme un article de recherche. A ce titre, les mêmes critères de rigueur scientifique et de compréhension ont été évalués. Il est donc dommageable de constater que le comité scientifique et le comité de pilotage (équivalent au comité de lecture pour une revue scientifique) se recoupent. En effet, il paraît difficile de rendre un avis objectif lorsque les membres scientifiques sont juge et partie. Un article scientifique, comme un rapport « digne de ce nom » doit comprendre une partie introductive repositionnant la problématique et l'état de l'art dans le domaine, une partie matériel et méthode bien détaillée, une section résultats et enfin une dernière partie discussion des résultats trouvés. Cependant, ici, l'introduction proposée dans ce rapport porte uniquement sur une présentation succincte de la présente étude focalisée sur la filière zéolite. Le lecteur, non expert dans le domaine, ne peut pas évaluer si les problèmes soulevés dans cette étude sont une spécificité de la filière utilisée ou plus généralement de l'assainissement collectif en milieu rural.

Cette étude avait pour objectif d'évaluer le plus rigoureusement possible l'efficacité des « filtres à zéolite installés en assainissement collectifs ». Dans un second temps, si des difficultés étaient rencontrées sur ces dispositifs, l'objectif serait de qualifier les sources de difficultés et d'envisager des solutions pour y remédier.

Cependant :

- *L'évaluation des systèmes d'assainissements collectifs pose le problème essentiel de la représentativité des données à analyser. Comment aussi peu d'analyses peuvent être représentatives ? Comment peut-on extrapoler une analyse sur moins de 30% des stations (33 sur 175) à l'ensemble des STEP ?*
- *Comment est-il possible de faire un tels abus de langage entre prélèvement ponctuel et en fait valeur moyenne des prélèvements ponctuels ?*
- *Comment alors est-il possible de calculer le bon EH ?*
- *Pourquoi ne semble-t-il pas y avoir de comparaison entre le $EH_{calculé}$ et le $EH_{observé}$?*
- *Pourquoi les critères de sélection des STEP diffèrent pour les résultats analytiques et charges hydrauliques ?*
- *L'utilisation de moyennes de valeurs de prélèvements ponctuels peut masquer des écart-types importants sur les mesures.*

- Aucune justification n'est donnée sur l'erreur tolérée sur les mesures analytiques (DBO5, DCO, MES...)

L'ensemble de ces arguments logiques permet de dire, qu'un manque de rigueur scientifique est flagrant et qu'il devient très difficile de juger favorablement l'ensemble des analyses effectuées dans la suite de ce rapport. En effet, la base même de l'étude repose sur cette partie statistique qui est fortement discutable.

1.2) Une mauvaise représentativité des échantillons pris en compte

Dans son étude le *Cemagref* a recensé 175 STEP Eparco collectives avec filtre à zéolithe (cf p10). Le taux de réponse des Satese est de plus de 80%, et le taux de recensement de ces STEP collectives est de 76% puisque Eparco en compte 229 dans sa base de données (STEP desservies par un réseau collectif).

Le *Cemagref* a divisé son étude statistique en deux stades : le premier s'appuie sur l'ensemble des STEP pour lesquelles des données utilisables sont disponibles et le second s'appuie à partir de la page 48 sur une base de données restreinte.

Cependant, ces 175 STEP n'ont pas permis de définir des échantillons cohérents pour caractériser les différents paramètres (charge et concentration organique, charge hydraulique) des effluents et déterminer leur influence sur le fonctionnement des STEP. Il est démontré ci-dessous que pour l'étude d'un même paramètre le nombre de stations prises en compte diffère de façon souvent inexplicite d'un test statistique à l'autre dans un même stade de l'étude. Cela altère sérieusement la rigueur de la démarche scientifique.

1.2.1) Charge hydraulique

Sur les 175 STEP, les données de 113 seulement ont pu être utilisées pour caractériser le dimensionnement du filtre (m^2/EH) car pour 62 STEP le *Cemagref* ne dispose pas de la surface du filtre ou de la capacité nominale de la station (cf p21).

Or le taux de charge hydraulique moyen des stations est calculé à partir des données de 133 STEP pour lesquelles des données de bilans 24h ou de relevé d'auge sont disponibles (cf p33). Il y a donc 20 STEP (133-113) pour lesquelles le dimensionnement du filtre n'a pas pu être caractérisé mais dont les données ont été contre toute logique utilisées pour caractériser la charge hydraulique.

Plus loin (cf p 44) l'étude des charges hydrauliques porte sur 122 STEP et non plus sur 133, probablement parce que les données collectées en période de pointe pour les stations à charge variable ne sont plus prises en compte. On ne sait pas combien de STEP, parmi les 20 dont le dimensionnement n'est pas défini, ont été conservées (au minimum 9).

Enfin, alors qu'en seconde phase de l'étude 116 stations sont retenues (cf p 49), seulement 100 apparaissent dans l'étude des charges hydrauliques (cf p58). Or les critères d'inclusion pour cette seconde phase impliquent qu'au moins les données hydrauliques soient connues et on ne comprend pas pourquoi 16 stations disparaissent de l'échantillon.

D'autre part, pour la conclusion finale concernant l'impact du taux de charge hydraulique l'étude ne s'appuie plus que sur une vingtaine de stations classées en dysfonctionnement et pour lesquelles on compare les taux de charge pendant les périodes de bon fonctionnement et pendant les périodes de dysfonctionnement (cf p 61).

Ainsi sur un échantillon utilisable de 113 STEP concernant la charge hydraulique, moins de 20% sont retenues pour le test menant à la conclusion finale.

1.2.2) Concentrations et charges organiques

Il faut noter tout d'abord que si l'on dispose des concentrations en entrée de station, c'est qu'elles ont été obligatoirement mesurées lors d'un bilan 24h qui donne également les débits, et que donc on dispose aussi des charges organiques (débit*concentration).

Sur les 175 STEP, seules 66 ont fait l'objet d'un ou plusieurs bilans de 24H (cf p25). Cependant seules 56 de ces 66 STEP sont utilisées pour caractériser l'effluent d'entrée (cf p30).

Plus loin (cf p 33) la charge organique moyenne est calculée à partir de 63 STEP, et non pas de 56 ou 66.

Plus loin encore (cf p 41) l'étude des concentrations d'entrée ne porte que sur 15 stations « bon fonctionnement » et 39 stations « dysfonctionnement » soit 54 STEP au total.

Plus loin encore l'étude des charges organiques (cf p45) ne concerne plus que 49 stations, probablement parce que les données collectées en période de pointe pour les stations à charge variable ne sont plus prises en compte.

Pour terminer, l'étude des causes de dysfonctionnement hors cause externe identifiée (2^{ème} stade), s'appuie sur 48 STEP pour l'étude de l'influence des concentrations en entrée (cf p 55) et seulement 41 STEP pour l'étude de l'influence de la charge organique (cf p 59). On ne comprend pas pourquoi 7 stations disparaissent de l'échantillon.

1.2.3) Conclusion sur la représentativité des échantillons

On constate donc qu'au gré des divers tests statistiques les échantillons pris en compte varient de façon non justifiée, ce qui soulève beaucoup d'interrogations. Il aurait été beaucoup plus rigoureux de définir au départ les critères d'inclusion pour chaque stade de l'étude, et de travailler sur des échantillons invariables.

1.3) Les erreurs d'hypothèse et d'analyse

Pour exploiter les données disponibles, le *Cemagref* s'appuie sur des hypothèses et des analyses statistiques dont certaines sont particulièrement fragiles.

1.3.1) L'entretien des stations

En page 38 le *Cemagref* réduit la notion d'entretien des stations à la simple vidange de la fosse toutes-eaux et détermine si l'entretien est bon ou mauvais uniquement en fonction du respect des fréquences de vidange indiquées par Eparco dans ses documents d'entretien.

En page 46 et 47, au titre de l'impact des conditions d'entretien, c'est uniquement ce respect des dates prévisionnelles de vidange qui est pris en compte pour tester si les conditions d'entretien ont un impact sur le fonctionnement.

Or l'entretien des stations implique la prise en compte de nombreux éléments indiqués dans le dossier de recollement et d'entretien (cf partie « notice de surveillance et d'entretien ») remis aux maîtres d'ouvrages. Parmi ces éléments d'entretien on peut citer :

- surveillance de la hauteur réelle des boues dans la fosse et vidange si nécessaire même si cela intervient plus tôt que la date prévisionnelle
- surveillance de l'état du préfiltre et nettoyage de celui-ci si nécessaire avant que les boues ne migrent vers le filtre
- Nettoyage et contrôle des dispositifs limiteurs de débit éventuellement installés (dispositifs hydrauliques ou régulation de pompes)
- nettoyage de l'auget basculeur et contrôle de son bon fonctionnement
- désherbage du filtre
- nettoyage des réseaux et regards du filtre

On voit donc qu'un simple respect « aveugle » des intervalles de vidange préconisés est loin d'être suffisant pour garantir un bon entretien de la station, et que le test statistique

basé sur ce seul critère n'a pas de sens pour évaluer la qualité de l'entretien vis à vis du fonctionnement de l'installation.

1.3.2) Le fonctionnement du prétraitement

En pages 52 à 55 l'influence du fonctionnement de la fosse est étudiée vis à vis du fonctionnement de la station en général et la conclusion est qu'il n'y a aucun effet significatif.

Ce résultat est illogique car le principe même du fonctionnement de ces stations avec prétraitement suivi d'un filtre implique qu'une mauvaise qualité d'effluent prétraité a un impact majeur sur le fonctionnement de la station car cette mauvaise qualité compromet la durée de vie du filtre.

C'est la méthodologie d'analyse employée par le *Cemagref* qui explique en fait ce résultat :

- d'une part ce ne sont pas deux échantillons de STEP (bon et mauvais fonctionnement) qui font l'objet de l'analyse, mais des périodes de fonctionnement classées bonnes ou mauvaises selon l'historique des données disponible et une même station peut donc contribuer aux deux échantillons différents. Or si une fosse délivre pour une raison quelconque en permanence un effluent de mauvaise qualité, il est évident que dans un premier temps la station fonctionnera correctement jusqu'à ce que le filtre soit saturé et que dans un second temps la station dysfonctionnera. On ne constatera donc pas dans ce cas de différence au niveau de la qualité de l'effluent de la fosse entre les périodes de bon fonctionnement et de dysfonctionnement, bien que ce soit la mauvaise qualité de l'effluent prétraité qui entraîne le dysfonctionnement de la station¹.
- d'autre part la qualité du prétraitement se mesure essentiellement par la concentration en MES de l'effluent prétraité. Or les tests statistiques ont été effectués vis à vis de l'impact de quatre paramètres pris indépendamment (MES en entrée de fosse, abattement des MES, temps de séjour dans la fosse et âge de la fosse), en omettant le paramètre essentiel des MES en sortie de fosse. Il est à noter que l'abattement, exprimé en pourcentage, donne un niveau de sortie dépendant du niveau d'entrée et un bon abattement avec un effluent brut très concentré donnera un trop fort niveau de MES dans l'effluent prétraité, alors qu'un mauvais abattement sur un effluent brut très dilué pourra donner un bon niveau de MES.

Le test apparaît donc fortement biaisé.

1.3.3) La charge hydraulique

En page 61 l'influence du taux de charge hydraulique des stations est testée vis à vis des stations classées en dysfonctionnement et pour lesquelles on dispose de données au cours du temps concernant aussi bien les périodes de bon fonctionnement que de dysfonctionnement. Les stations qui fonctionnent correctement sont donc exclues de l'étude. De plus les stations retenues font partie de la base de données restreinte d'où ont été en principe éliminées les stations dysfonctionnant pour des causes extérieures connues.

Les taux de charge hydraulique sont ainsi comparés entre les périodes de dysfonctionnement et les périodes de bon fonctionnement de ces stations classées en dysfonctionnement.

Le test statistique indique que les stations en période de dysfonctionnement ont un taux de charge hydraulique significativement supérieur à celles en période de bon

¹ C'est comme si on voulait mettre en évidence l'effet de la consommation de tabac sur le taux de bronchite des fumeurs, et que l'on compare cette consommation entre les périodes où les fumeurs sont encore en bonne santé et les périodes où la bronchite s'est déclarée. La conclusion serait que la prise de tabac est sans incidence, voire que c'est sa diminution (si on suppose que les fumeurs malades fument moins) qui est corrélée avec la maladie !

fonctionnement, et le *Cemagref* en tire une relation mathématique entre le taux de charge hydraulique et la fréquence de dysfonctionnement. Il s'appuie donc pour cela sur l'hypothèse que c'est l'augmentation de la charge hydraulique, bien que restant en principe dans les limites théoriquement acceptables par les stations (puisque celles-ci font partie de la base de données restreinte), qui a entraîné le dysfonctionnement.

Or il est évident que chronologiquement les périodes de dysfonctionnement sont postérieures à celles de bon fonctionnement.

Il est de même évident que sur un système d'assainissement le nombre de branchements augmente en général au cours du temps, alors que la qualité du réseau qui vieillit a tendance à se dégrader et que celui-ci collecte de plus en plus d'eaux parasites.

Il est donc logique que la charge hydraulique moyenne augmente en fonction de l'âge de chaque installation, mais cela ne veut pas dire que cette augmentation soit la cause du dysfonctionnement qui survient toujours après une première période de bon fonctionnement.

On peut donc avoir affaire tout simplement à une fausse corrélation entre augmentation du taux de charge hydraulique (restant dans les limites prévues) et augmentation de la fréquence de dysfonctionnement.

Il aurait fallu comparer deux échantillons de STEP, les unes dysfonctionnant et faisant partie de la base de données restreinte (pas de cause de dysfonctionnement connue) et les autres fonctionnant correctement, et tester l'influence de divers paramètres dont la charge hydraulique.

1.3.4) Les dépassements ponctuels de capacité

Dans l'ensemble de son rapport le *Cemagref* s'appuie, pour effectuer ses analyses statistiques, sur des moyennes tant au niveau des charges hydrauliques qu'à celui des concentrations et charges organiques.

Or des dépassements ponctuels de ces paramètres peuvent survenir et entraîner un excès de matière organique sur le filtre, soit directement (surcharge organique en entrée de station), soit indirectement (dépassement de la capacité hydraulique de la fosse et départ de boues organiques vers le filtre). La répétition de tels dépassements peut à terme conduire à un dysfonctionnement de la station.

Ce n'est pas en disposant d'un ou deux bilans 24h pour quelques stations et d'aucun pour la plupart que l'on peut évaluer l'occurrence de ces dépassements.

Le fait de faire successivement des moyennes pour chaque station lorsque des données sont disponibles, puis des moyennes pour chaque échantillon, lisse totalement les données et occulte les dépassements ponctuels qui ont été mesurés comme tend à le montrer le tableau 24 page 30 où les valeurs mini et maxi montrent qu'il existe en entrée de station à la fois des effluents trop concentrés (DCO jusqu'à 2750 mg/L) et d'autres trop dilués (DCO de 173 mg/L seulement). On voit d'ailleurs que l'amplitude entre les valeurs extrêmes est beaucoup plus élevée dans le tableau 24 que dans le tableau 23 qui est la moyenne des moyennes de chaque station.

La figure 27 p31 montre qu'il y a seulement 50% des 140 bilans qui révèlent une concentration normale de l'effluent, située entre 600 et 1000 mg/ de DCO.

Le même effet de lissage se produit forcément sur les données hydrauliques. Si il est vrai qu'il y a une excellente corrélation entre les relevés de compteur d'auget et les mesures de débit lorsqu'ils sont réalisés simultanément, par contre les relevés d'auget effectués hebdomadairement voire mensuellement par les exploitants occultent totalement les pointes de débit dues à un orage par exemple. Ainsi un orage qui fait doubler le débit journalier sur une journée ne fera augmenter la moyenne hebdomadaire que de 14% et de 3% la moyenne mensuelle. L'impact de cet orage passera inaperçu dans les relevés, alors que si l'événement a été intense sur quelques heures seulement il a pu dépasser la capacité hydraulique de la fosse (en absence de limiteur ou en cas - fréquent - de limiteur déréglé) et entraîner des matières organiques issues des boues vers le filtre.

Donc le fait d'appuyer l'étude statistique sur des valeurs moyennes pour chaque station masque totalement l'impact de dépassements, de charge organique ou hydraulique, ponctuels et plus ou moins fréquents.

1.3.5) Conclusions sur les erreurs d'hypothèse et d'analyse

Les erreurs commises par les auteurs du rapport les conduisent à ignorer des aspects fondamentaux du traitement des eaux usées par ce type de filière :

- **Pas de prise en compte réelle de la qualité d'entretien de la station**
- **Pas de prise en compte réelle de la qualité du prétraitement**
- **Biais dans la prise en compte des charges hydrauliques**
- **Le rôle des dépassements ponctuels de capacité est ignoré aussi bien sur le plan hydraulique qu'organique.**

1.4) Les erreurs de méthodologie sur le plan statistique

Le travail statistique fourni pour le rapport du *Cemagref* est quantitativement très important, mais au vu de toutes les carences citées plus haut Eparco s'est posé la question de la qualité de ce travail. Aussi Eparco en a confié l'analyse à un enseignant-chercheur en statistiques, du laboratoire de physique industrielle et traitement de l'information de l'Université de Montpellier 1.

Le résumé rédigé par l'auteur (M. Vivien) est donné ci dessous et l'analyse complète est donnée en **annexe 2**

Résumé :

Le Cemagref a réalisé un gros travail d'analyse des données fournies par les SATESE. Cependant, d'un point de vue purement statistique, un certain nombre de points font que les résultats de cette étude ne peuvent pas être utilisés pour généraliser des conclusions au niveau de toute la filière « filtres à zéolites » :

- *mis à part le faible nombre d'analyses réalisé par STEP sur la période étudiée (15 ans), le nombre de STEP étudiées lors de chacun des tests varient, et est parfois si petit qu'il n'est plus représentatif de l'échantillon initial ;*
- *les tests utilisés ne prennent jamais en compte les possibles interactions entre plusieurs facteurs ; tous les facteurs sont étudiés indépendamment les uns des autres ;*
- *pour certains tests, les conditions d'application n'ont pas été respectées et/ou vérifiées ;*
- *en particulier, les tests sur lesquels se basent principalement les auteurs pour établir leurs conclusions, ne peuvent pas être appliqués car les séries alors étudiées ne sont pas indépendantes et semblent avoir été considérées comme l'étant. Les conclusions ne sont pas fiables.*

Ainsi, cette étude ne permet pas d'expliquer le dysfonctionnement pour les 63 STEP dont on en cherche la cause.

Il est donc clair que la conclusion principale du rapport s'appuie sur une mauvaise utilisation de l'outil statistique.

1.5) Les erreurs de classification des stations

A la demande d'Eparco, le *Cemagref* a fourni sa base de données brutes (fiches fournies par les différents SATESE), mais sous la condition d'une clause de confidentialité.

Une première analyse de ces données a permis de soulever un point très important : En page 49 les auteurs définissent une base de données restreinte comprenant 63 STEP en dysfonctionnement et pour lesquelles aucune cause externe à la station n'aurait pu être identifiée.

Or, au vu des informations complémentaires détenues par Eparco il apparaît de façon très claire que 35 de ces stations (soit 57%) n'auraient pas du être classées dans cette catégorie. En effet d'une part 6 de ces stations sont actuellement en bon fonctionnement car les problèmes qu'elles subissaient ont été identifiés et réglés, et les 29 autres dysfonctionnent pour des causes externes clairement identifiées. Le tableau fourni en **annexe 3** récapitule ces données, sans identifier les stations compte tenu de la clause de confidentialité.

Il faut souligner que ces « bons fonctionnements » ou causes externes de dysfonctionnement sont attestés par des documents issus pour la plus part des SATESE ou d'expertises. Un fichier complet comportant le nom de la station, une fiche récapitulative et la copie de tous les documents utiles a été fourni au Cemagref pour chacune de ces 35 stations.

Les erreurs de classement proviennent du fait que les SATESE n'ont pas fourni tous les éléments utiles au Cemagref, ou que parfois les éléments fournis ont été mal analysés. La base de données restreinte utilisée par le Cemagref pour son étude aurait du être réduite à 28 stations, ce qui d'une part est trop peu représentatif et d'autre part ne garantit pas que ces 28 stations n'ont pas elles-mêmes des cause extérieures de dysfonctionnement.

Enfin la conclusion finale du rapport du Cemagref s'appuie sur l'analyse des données concernant seulement 20 de ces 63 stations. En raison de ce qui précède, il est probable que parmi ces 20 stations une grande partie n'aurait pas être prises en compte. Erreurs de classification et absence de représentativité, les conclusions du Cemagref sont donc caduques.

2) DEUXIEME PARTIE : VALIDATIONS DU FILTRE À ZÉOLITHE ET SITUATION GÉNÉRALE DU PETIT ASSAINISSEMENT COLLECTIF

Cette deuxième partie montre que la conception et le dimensionnement du filtre à zéolithe ont été contrôlés et validés tant en conditions expérimentales par le Cemagref qu'en conditions réelles par une agence de l'eau. Ces validations ne sont pas mentionnées dans le rapport du Cemagref, pas plus que la situation générale très mauvaise du petit assainissement collectif en France et qui est décrite au travers de cas significatifs.

2.1) Les validations du filtre à zéolithe en assainissement collectif

2.1.1) Les recherches et validations d'Eparco

Le filtre compact à zéolithe a été breveté par Eparco en 1994 après 14 ans d'études portant sur le fonctionnement des milieux poreux utilisables pour la filtration biologique des effluents septiques.

Ces études ont été menées conjointement par Eparco et l'Université de Montpellier à partir de 1980 et ont porté tout d'abord sur le fonctionnement hydraulique et biologique des épandages et sur le choix de matériaux de substitution au sol naturel. Parmi les matériaux testés un sable dit « de maçon » s'est révélé dès 1982 comme le plus adéquat et a donné lieu a des études approfondies sur tous les aspects de l'épuration biologique des effluents septiques en milieu poreux (hydraulique, échanges gazeux, microfaune et microflore, évolution des composés azotés...). Ce sable est devenu un système de référence et ses caractéristiques ont été prises en compte ultérieurement dans le DTU 64-1 à partir de sa première version.

L'étape suivante des études a été de rechercher une meilleure compacité des dispositifs. Eparco a entamé une phase de recherche intense, réalisée dans son centre de recherche de Mèze (34) qui est unique en son genre. Ce centre dédié à l'assainissement autonome (ANC et petit collectif) est doté de laboratoires équipés du matériel analytique le plus performant. Il comprend en particulier une plate-forme expérimentale alimentée par des effluents bruts typiquement domestiques (DCO moyenne d'environ 800mg/l).

Eparco, après avoir testé de très nombreux matériaux pour la filtration biologique d'effluents septiques, a découvert qu'une zéolithe de type Chabazite présentait des propriétés remarquables pour cet usage. Les travaux pour en valider à long terme et en modéliser le fonctionnement ont nécessité la mise en œuvre de 120 pilotes de laboratoire fonctionnant sur des durées allant de 6 mois à près de dix ans, et le suivi pendant près de 10 ans de 10 stations pilotes expérimentales en grandeur réelle.

L'ensemble de ces travaux a donné lieu à la publication de nombreux articles scientifiques et techniques (**liste en annexe 4**) ainsi qu'à 4 thèses de doctorat du 3^{ème} cycle.

La validation du filtre à zéolithe s'est poursuivie sur le terrain dès que les premières stations expérimentales ont été installées en cas réel à partir de 1994.

Parallèlement le principe et le dimensionnement du filtre à zéolithe Eparco ont fait l'objet d'évaluations par des organismes indépendants.

2.1.2) La validation du *Cemagref*

Dans le cadre d'une convention avec Eparco, le *Cemagref* a délégué un de ses chercheurs pendant 18 mois au centre de recherches d'EPARCO afin de vérifier les protocoles et les résultats expérimentaux acquis par EPARCO sur les filtres à zéolithe appliqués à l'assainissement collectif.

Pendant cette période le *Cemagref* a réalisé des essais complémentaires très poussés sur 7 pilotes de laboratoire et 6 filtres à échelle réelle.

Les conclusions de l'étude (**annexe 5**), suivie par un comité de pilotage mixte *Cemagref*/AGENCE de l'eau RMC/EPARCO, ont été claires : les essais en colonnes et en plate-forme « ont permis de confirmer le bien fondé du dimensionnement et de la mise en œuvre » du filtre compact, ce dimensionnement étant de 0,6m² de filtre pour 1 EH en entrée de station. De plus il est noté que « L'absence d'impact négatif d'une surcharge hydraulique jusqu'à un facteur 3, déjà constatée sur les colonnes, est confirmée par le suivi des filtres sur plate-forme ». Enfin il est observé qu'une surcharge organique d'un facteur 2 altère les performances, mais que celles-ci sont restituées lorsque la charge redevient normale.

2.1.3) La validation de l'agence de l'eau Adour-Garonne

L'Agence de l'Eau Adour-Garonne s'est interrogée sur l'adaptation du filtre à zéolithe aux conditions de fonctionnement réel sur le terrain à la suite de dysfonctionnements observés sur certaines communes, en particulier dans le département de l'Aveyron.

Pour répondre à cette interrogation une étude portant sur un suivi de fonctionnement pendant 18 mois de trois stations EPARCO en fonctionnement réel a alors été effectuée en étroite collaboration avec les SATESE de 3 départements, et un comité de pilotage comprenant l'Agence Adour-Garonne, EPARCO et les SATESE des départements 12, 46 et 48 a été institué.

Au total 36 campagnes d'analyses ont été réalisées, dont 15 bilans de 24 heures. A l'issue de cette étude le dimensionnement du filtre à zéolithe a été validé (**annexe 6**) : « l'agence est disposée à financer les filtres compacts EPARCO à condition que ceux-ci soient dimensionnés sur une base de 0,6 m²/EH minimum...).

2.1.4) Conclusions sur les validations du filtre à zéolithe en assainissement collectif

Le filtre à zéolithe a été mis au point par Eparco qui bénéficiait déjà de 10 ans d'expérience sur la filtration sur sable des effluents septiques. La découverte des potentialités de la chabazite a entraîné le développement d'un programme d'essais très important pour définir le dimensionnement du système et le valider aussi bien en conditions de pilotes de laboratoire que de pilotes en grandeur réelle puis de stations sur le terrain.

Le *Cemagref* a reproduit et confirmé les résultats expérimentaux d'Eparco; Il a validé le dimensionnement du filtre à 0,6m² et confirmé une bonne résistance à des surcharges organiques et hydrauliques dans certaines limites.

L'agence de l'eau Adour-Garonne et les SATESE de 3 départements ont mené sur le terrain des campagnes de mesure à long terme et ont conclu que le dimensionnement à 0,6m²/EH pouvait être retenu.

On voit donc, qu'outre les travaux internes d'EPARCO, le filtre à zéolithe pour l'assainissement collectif a été validé par des organismes indépendants et au travers d'études très lourdes, tant en conditions de pilotes de laboratoire qu'en cas réel.

Tous ces travaux ignorés dans le rapport sont connus du *Cemagref* et il n'est pas normal qu'ils n'aient pas été pris en compte.

2.2) La mauvaise situation générale du petit assainissement collectif

Il est devenu trivial de dire que l'assainissement des petites collectivités rencontre beaucoup de problèmes et que « en dessous de 2000 EH rien ne marche ».

Mais qu'en est-il réellement ?

Les données chiffrées publiques sont rares mais nous avons pu en analyser certaines qui sont significatives.

2.2.1) Données de l'agence de l'eau RMC

Le catalogue des données techniques issues des processus de redevance (Agence RMC), est téléchargeable à l'adresse suivante :

<http://sierm.eaurmc.fr/telechargement/bibliotheque.php?categorie=performances-step>

Nous avons consulté les données les plus récentes, c'est à dire l'année 2006.

Ces données donnent une bonne image statistique de l'état du parc puisqu'elles comprennent entre autres le type de station, sa capacité en EH et les flux de pollution entrants et sortants exprimés en EH. On peut ainsi calculer les rendements d'épuration.

A partir des données téléchargées nous avons éliminé des données les stations du type lagunage, bassin de décantation et physico-chimique dont les principes de fonctionnement ou les rendements attendus sont éloignés de ceux visés ici.

Nous avons isolé une première population qui est constituée par les stations jusqu'à 600 EH de capacité (gamme dans laquelle EPARCO a réalisé des stations collectives), et à titre de comparaison nous avons isolé également les stations de plus de 600 à 2000 EH.

Sur la base d'un EH correspondant par jour à 150 litres d'eau usée et 120g de DCO, la DCO moyenne théorique pour les eaux brutes est de 800 mg/L.

Le seuil retenu en sortie de station est de 125 mg/l, soit l'ancien niveau réglementaire D4.

Un bon fonctionnement est donc validé quand le rendement d'épuration de 84,375%. Cette catégorie de station correspond à la catégorie « bon fonctionnement » retenue par le *Cemagref*, le critère retenu ici étant cependant moins discriminant puisque la DBO₅, les MES et l'oxydation de l'azote ne sont pas pris en compte.

On retient ensuite une catégorie de station ayant un rendement qualifié de moyen, entre moins de 84,375 et 70%. Ce sont les stations qui ont un rendement significativement meilleur qu'un bon prétraitement (une fosse toutes-eaux de grand volume peut atteindre 60% de rendement sur la DCO).

Enfin les stations présentant un rendement inférieur à 70% sont qualifiées de « mauvais fonctionnement ».

Les données analysées portent sur 1440 stations jusqu'à 600 EH et 816 stations de plus de 600 à 2000 EH.

Les résultats sont donnés dans le tableau suivant.

CAPACITÉ – E.H.	NOMBRE STATIONS	BON FONCTIONNEMENT %	FONCTIONNEMENT MOYEN %	MAUVAIS FONCTIONNEMENT %
0-600	1440	15,2	30,3	54,5
>600-2000	816	27,7	30,0	42,3

On constate donc que seulement 15% des stations jusqu'à 600 EH présentent un bon fonctionnement, et 54,5% ont un fonctionnement franchement mauvais.

La situation est un peu moins mauvaise pour les stations de capacité supérieure, avec 12% qui passent de la catégorie mauvais fonctionnement à bon fonctionnement.

On peut comparer ces données avec les résultats obtenus par le *Cemagref* lors de son étude statistique sur les 158 stations EPARCO à filtre de zéolithe dont le fonctionnement a été défini.

Pour les stations EPARCO, 32% présentent un bon fonctionnement. Les catégories fonctionnement moyen et mauvais fonctionnement sont par contre difficilement comparables car les critères ne sont pas identiques.

Il apparaît donc que les stations EPARCO se distinguent de l'ensemble de toutes les stations de la base de données de l'agence RMC par un taux de bon fonctionnement meilleur que le cas général, bien que restant largement insatisfaisant.

2.2.2) Données du SATESE des Landes

Les données détaillées, station par station, concernant le département des Landes pour l'année 2006 ont été un temps disponibles via internet.

Ces données concernent entre autre 73 stations de moins de 600 EH de capacité (non comprises 3 stations EPARCO) et pour lesquelles des résultats d'analyse sont disponibles.

En appliquant les critères du *Cemagref* à la conformité des rejets (cf p 7 du rapport), y compris pour les stations par lagunage (sur l'échantillon filtré) on trouve 34 stations donnant un rejet conforme ou potentiellement conforme (soit 47%) et 39 un rejet non conforme soit 53%.

D'autre part on constate les taux de charge organiques suivants :

Stations conformes : 40 % de charge organique

Stations non conformes : 55 % de charge organique

Si, en adoptant une démarche analogue à celle du *Cemagref* dans son rapport, on supprime de cet échantillon les 14 stations qui reçoivent des eaux parasites et les 5 stations qui reçoivent des surcharges organiques et que l'on ne conserve que celles qui ont été mises en service avant 2005, il reste 35 stations.

16 de ces stations donnent un niveau de rejet conforme, soit 46%, alors que ce n'est pas le cas pour 19 autres (54%).

La proportion bon et mauvais fonctionnement reste donc inchangée par rapport à l'ensemble des stations que l'on prenne en compte ou pas les cas de surcharge hydraulique ou organique identifiés par le SATESE.

Enfin parmi ces stations il y a 12 filtres plantés et seules 5 (42%) donnent des résultats toujours conformes aux seuils définis par le *Cemagref*.

Donc sur ce département particulier le taux de bon fonctionnement est nettement supérieur à celui constaté sur l'agence RMC, mais cependant les cas de dysfonctionnement restent majoritaires, même pour des techniques recommandées par le Cemagref.

Ces données montrent que les origines des dysfonctionnements sont mal évaluées par les SATESE et que le seul critère de charge organique ou hydraulique appliquée n'est pas pertinent pour expliquer les dysfonctionnements (sauf dépassement de la capacité).

Remarque 1 : Si on supprime de l'échantillon de départ les stations par lagunage on trouve au total 40% de cas de bon fonctionnement et 60% de cas avec un rejet non conforme.

Remarque 2 : Dans son rapport de synthèse pour l'année 2007 le SATESE indique qu'une majorité des stations fonctionnent bien, mais pour cela il applique le seuil donné par l'annexe 1 de l'arrêté du 2 Juin 2007 pour les stations recevant moins de 120kg de DBO5/j, soit l'un des deux critères suivants respecté : 60% de rendement en DBO5 ou 35mg/l de DBO5.

2.2.3) Les filtres à sable dans le bassin Seine-Normandie

Dans le cadre d'un litige portant sur une station avec filtre à sable le Syndicat Interdépartemental De l'Eau Seine Aval (SIDESA) a produit un compte rendu de réunion (**cf annexe 7**) qui indique que les systèmes fosse+filtre à sable sont de manière générale pratiquement tous en dysfonctionnement.

Or ces systèmes avaient été avertis par le Cemagref (cf document FNDAE 22) et par l'agence de l'eau Seine-Normandie elle-même (cf document « *Epuraton des eaux usées domestiques par filtration sur sable : prescriptions et recommandations pour la conception et la réalisation* » 2001 côte d20369 SN). Cela n'est-il pas la preuve que les dysfonctionnements ne proviennent pas de la conception mais de causes extérieures ?

2.2.4) Les filtres à sable dans le département de l'Hérault

Les données du Satese de l'Hérault pour l'année 2007 font apparaître 22 filtres à sable. Sur ces 22 stations 6 donnent satisfaction, 11 ont un fonctionnement moyen et 5 ne fonctionnent pas du tout.

La situation est donc nettement différente de celle du SIDESA.

2.2.5) Conclusions sur l'état du petit assainissement collectif en France

Les données que nous avons réussi à collecter vont toutes dans le même sens : pour des raisons non identifiées ou non exprimées les petites stations collectives souffrent d'un taux énorme de dysfonctionnement.

Les stations Eparco n'échappent pas à cette règle, mais ont tout de même un taux de dysfonctionnement moins mauvais que le grand nombre.

Les stations avec filtre à sable en particulier, ont un taux de dysfonctionnement du même ordre que celui des stations avec filtre à zéolithe.

Le Cemagref aurait donc dû se poser la question de savoir si les problèmes rencontrés sur les stations Eparco avec filtre à zéolithe sont spécifiques à cette filière, ou bien d'un ordre général rencontré par la grande majorité des STEP tous dispositifs confondus.

2.3) CONCLUSION DE LA DEUXIÈME PARTIE

Le filtre à zéolithe en assainissement collectif est issu d'un long travail de recherche et de validation de la part d'Eparco en collaboration avec des équipes de recherche universitaire.

Il a été également validé, au terme de campagnes de mesures très importantes, dans sa conception et son dimensionnement, sur le plan expérimental, par le Cemagref lui-même et, sur le plan de l'application pratique, par l'agence Adour-Garonne en collaboration avec des SATESE.

Cependant comme l'ensemble des petits systèmes d'assainissement collectif il souffre d'un fort taux de dysfonctionnement, bien que ce taux soit plus faible que celui généralement observé.

A l'instar du filtre à zéolithe d'autres techniques parfaitement connues et validées sur le plan technique par le Cemagref montrent des taux élevés de dysfonctionnement. Il semblerait que cela touche même les filtres plantés. Les données semblent par ailleurs pouvoir varier significativement d'un ensemble géographique à un autre.

A ce sujet il est intéressant de prendre connaissance du rapport du professeur Vassel (Université de Liège) que nous avons également consulté au sujet de l'étude du Cemagref (**cf annexe 8**). Il souligne entre autre qu'il est dommage que le filtre à zéolithe n'ait pas été comparé avec des technologies du même type et que la charge hydraulique (vis à vis de laquelle de filtre à zéolithe serait sous- dimensionnée selon le Cemagref) ne peut pas être la seule explication.

Il y a donc très probablement des causes communes aux dysfonctionnements de ces différents systèmes. Il faut donc s'attacher à les identifier pour trouver de vraies solutions, à l'instar de ce que préconisent le Cemagref et VITEO pour identifier les causes de dysfonctionnement des filtres à sable en infiltration percolation (**cf annexe 9**) :

- vérification de la conformité des charges (hydrauliques et organiques) reçues avec les charges prévues, et de la présence des organes de sécurité
- dimensionnement de la station
- appréciation du niveau d'exploitation de la station
- *«Dès lors qu'il apparaît un dysfonctionnement, il est nécessaire d'étudier la filière dans sa globalité, du réseau à l'exutoire. La station est disséquée étage de traitement par étage de traitement et l'abattement de la pollution est défini pour chaque ouvrage. Les eaux claires parasites et météoriques, arrivant en tête de station, sont quantifiées et leur impact sur le prétraitement, étudié».*

En ignorant ces données le Cemagref a donc réalisé une étude hors contexte et sans référence, ce qui va l'encontre de toute démarche scientifique.

3) **TROISIEME PARTIE : CAUSES DE DYSFONCTIONNEMENT ET SOLUTIONS DE RESTAURATION DES STATIONS AVEC FILTRE À ZÉOLITHE**

La troisième partie de ce document montre que les causes de dysfonctionnement des stations avec filtre à zéolithe sont connues et recensées, et sont communes avec les stations comprenant un filtre à sable. Ces causes proviennent d'événements extérieurs et non de la conception et du dimensionnement du dispositif. Les données disponibles montrent qu'une proportion importante des stations subissent des charges organiques supérieures à celles prévues au cahier des charges.

Ces causes étant identifiées, elles peuvent être réglées et dans ce cas l'expérience montre que les stations peuvent retrouver un fonctionnement normal.

3.1) Recensement des causes de dysfonctionnement sur les stations avec filtres à zéolithe

EPARCO a réalisé 228 stations avec filtre à zéolithe pour des petites communes.

Le *Cemagref* dans son étude en a donc recensé environ 75%.

Sur ce parc EPARCO a classé 127 stations en dysfonctionnement, soit environ 56%.

Ce taux est identique à celui trouvé par le *Cemagref*.

Pour 96 de ces stations les investigations réalisées ont permis d'identifier des causes de dysfonctionnement qui sont recensées dans le tableau ci-dessous.

Il est à noter qu'une même station peut souffrir de plusieurs causes et que donc le total des causes est supérieur au nombre de stations.

CAUSE	nombre d'observations	REMARQUES ET EXEMPLES
Sous-estimation de la charge dans le DCE	16	De nouveaux branchements font dépasser la capacité de la station. Des restaurants ont été ignorés ou leur fréquentation largement sous-estimée.
Arrivées d'effluents non domestiques	14	Exemples : salles de traite, rejet de surplus de lait(quotas), effluents de caves vinicoles particulières...
Dégraisseur de restaurant non installé ou non entretenu	6	Contrairement au cahier des charges
Filtres en zone inondable	2	Les inondation amènent dans le filtre des limons colmatants
Dépotages illicites dans le réseau	8	Plusieurs cas avérés et sans doute le phénomène est largement sous-estimé. Se traduit par de brusques augmentations de la hauteur de boues dans la fosse avec des relarguages de DCO soluble aussi bien que de MES
Défaut de vidange de la fosse	11	Le niveau des boues n'est pas surveillé et dépasse le maximum, entraînant des relarguages de MES
Défaut d'entretien du préfiltre	12	Le préfiltre se colmate dans un premier temps, mais ensuite les boues passent au travers sous l'effet de la pression .
Régulation du poste de refoulement amont dérégulée ou mise hors service	4	A la suite d'une panne électrique un gros volume d'effluent va perturber la fosse, idem en cas d'orage avec eaux parasites. Les régulations limitant les débits sont souvent enlevées lorsque justement il y a des eaux parasites pour éviter les rejets directs
Mauvaise granulométrie de la zéolithe	1	Un lot a échappé au contrôle qualité
Pompes à roues dilascératrices dans le poste de refoulement amont	10	Ce type de roue est totalement rédhibitoire pour une décantation primaire car la décantabilité des MES est fortement réduite et le rendement de la fosse chute drastiquement
Eaux claires parasites	56	Les eaux de type permanent (collectes de drainages, de sources, ou réseau non étanche dans la nappe) ne peuvent pas être détournées par un limiteur de débit et provoquent un dysfonctionnement important de la fosse à cause des apports d'oxygène et du sur-débit permanent. Les eaux d'origine météorique sont difficiles à diagnostiquer et souvent niées par le maître d'œuvre ou d'ouvrage (réseau sous charte qualité...). Seule l'observation par temps de pluie ou l'enregistrement continu des débits les met en évidence. Les relevés de compteur d'auge ou de pompe qui donnent une moyenne sur une semaine au mieux ne peuvent pas mettre en évidence un phénomène qui a duré quelques heures, d'autant plus qu'en cas de trop fort débit l'auge se bloque. La plus part du temps le limiteur amont est totalement dérégulé si ce n'est mis hors service pour éviter tout rejet direct aux conséquences visibles

On voit donc que les causes de dysfonctionnement constatées peuvent concerner tout type de station mettant en jeu une décantation en tête.

Il est à noter que pour la plus part ces causes de dysfonctionnement vont se répercuter en premier lieu sur le fonctionnement de la fosse et son niveau de rejet.

Cela explique d'ailleurs les rendements disparates que le *Cemagref* a trouvé pour les fosses dont le rendement moyen n'a pas beaucoup de sens. Il aurait fallu déjà les classer en fosses « bon fonctionnement » et en fosses « mauvais fonctionnement » et on se serait aperçu que cela recoupait le fonctionnement global des stations. Cela aurait été un bon début d'explication à la situation constatée.

3.2) Fonctionnement des fosses Septiques et charge des stations

Le rapport du *Cemagref* contient un chapitre intitulé « Fonctionnement des fosses toutes eaux (p35) qui fait état des performances des fosses : concentration en MES en sortie de fosses et rendements obtenus. Le tableau 29 du chapitre concerné est établi sur la base « d'une cinquantaine de bilans de 24 H ».

Nous avons établi à titre de comparaison un tableau similaire, mais avec les données disponibles au sein du Centre Technique de Recherche EPARCO. Ces données, archivées par le SAV Eparco, sont issues de 80 bilans de 24 H réalisés sur 30 stations différentes et proviennent de 3 sources : 19 bilans réalisés par les SATESE dans le cadre du suivi des stations, 20 bilans réalisés par le laboratoire EPARCO (dont la moitié en collaboration avec les SATESE), et 41 bilans effectués par des bureaux privés dans le cadre d'expertises indépendantes. Les statistiques sont calculées avec le logiciel Stat View.

Les résultats sont montrés dans le tableau suivant :

	Entrée fosse				Sortie fosse			
	DCO	DBO5	MES	N-NK	DCO	DBO5	MES	N-NK
Moyenne	1014	447	387	96	486	226	97	84
Médiane	906	439	330	95	474	212	92	87
Ecart-type	537	191	227	24	164	108	42	25
Minimum	284	170	107	50	169	25	30	2
Maximum	3200	1232	1256	168	890	440	221	157
Nombre de bilans 24 H	80	60	80	58	80	60	80	58

On constate que les effluents d'entrée sont en moyenne équilibrés $DCO/DBO5 = 2,26$, mais que les concentrations moyennes en DCO (et DBO5) sont plus élevées que celles données par le *Cemagref*, 1014 mg/L de DCO ici contre 892 mg/L pour le *Cemagref*. Les médianes sont également plus élevées ici : 906 mg/L contre 857 mg/L pour la DCO et 439 mg/L contre 360 mg/L pour la DBO5.

On note par ailleurs que les concentrations en sortie de fosse mesurées ici sont plus basses en ce qui concerne la DCO, les MES, et le N-NK avec respectivement 486, 97 et 84 mg/L, contre 501, 125 et 96 pour les mêmes paramètres dans le rapport *Cemagref*.

Les rendements sont donc plus élevés ici puisque l'on trouve d'après les bilans 24 H :

	Rendements en %			
	DCO	DBO5	MES	N-NK
Moyenne	44	46	69	10
Médiane	41	44	74	9
Ecart-type	23	25	19	25
Minimum	-24	-20	9	-40
Maximum	88	87	93	98
Nombre de bilans 24 H	80	60	80	58

Ces rendements sont ceux attendus, avec une valeur médiane de 74 % pour les MES et de 41 % pour la DCO. Les moyennes sont toutes plus élevées que celles avancées par le *Cemagref* qui trouve notamment seulement 62 % de rendement moyen sur le paramètre MES, contre 69 % ici.

Par ailleurs, le rendement sur le N-NK correspond ici à ce que l'on trouve dans la littérature. Le *Cemagref* trouve un rendement de - 3%, ce qui peut arriver ponctuellement mais qui ne peut pas correspondre à la réalité. Cela tend à montrer que le calcul statistique dans ce cas précis n'a pas de sens de manière générale sur le plan biologique.

De plus, on doit noter que les 80 bilans exploités ici mentionnaient le débit entrant mesuré. On a donc calculé les charges reçues par les fosses et comparé ces charges par rapport au volume des fosses et donc à la capacité de traitement de ces fosses. Les résultats sur les moyennes sont les suivants :

Volume moyen des fosses : 64 m³
Capacité de traitement des fosses : 183 EH
Débits mesurés : 21,8 m³/24H
Charges en DCO : 22,1 Kg/j
Charges en DBO₅ : 9,7 Kg/j
EH mesurés sur la base DCO (120g/j.EH) = 184 EH
EH mesurés sur la base DBO₅ (60g/j.EH) = 162 EH

Sur les 80 bilans exploités, le taux de charge moyen des fosses est donc, selon le paramètre pris en compte, de 89 à 100 % de la capacité nominale théorique, ce qui montre qu'une partie des fosses, et donc des stations, est en surcharge organique.

En conclusion, les 80 bilans 24 H que nous avons traités donnent des informations sensiblement différentes des 50 bilans récupérés des SATESE par le *Cemagref*. Les différences les plus notables concernent :

- la concentration moyenne des effluents d'entrée : la valeur de DCO trouvée ici est de 1014 mg/L contre 892 mg/L trouvée par le *Cemagref*
- la concentration des effluents de sortie de fosses : la valeur moyenne calculée ici est de 97 mg/L contre 125 mg/L avancée par le *Cemagref*.
- Les charges des fosses, et donc des stations sont de 89 à 100% selon le paramètre considéré.

Le point le plus remarquable est que les valeurs médianes de DCO en entrée et en sortie de fosse correspondent aux valeurs standard attendues. Cela signifie que 50% des fosses reçoivent des effluents bruts très ou trop concentrés, et que 50% des filtres reçoivent également un effluent septique très ou trop chargé.

De fait la moyenne des charges organiques étant proche de 100%, cela indique qu'une forte proportion de stations sont surchargées.

3.3) Méthodologie de restauration des stations avec filtre à zéolithe

La démarche de remise en fonction durable de stations d'épuration avec filtre à zéolithe est la suivante.

1. Recherche de l'origine du dysfonctionnement

Cette recherche est effectuée au travers des données disponibles (débits, analyses, relevés d'opérations d'entretien) mais aussi grâce à une enquête sur le terrain accompagnée de campagnes de mesures de débits et flux polluants en entrée et sortie de fosse, ainsi que de mesures d'évolution du volume des boues.

Il faut noter que de façon constante nous observons que c'est le bon ou le mauvais niveau de prétraitement de la fosse qui conditionne le fonctionnement du filtre dans la très grande majorité des cas.

2. Remédier à la cause du dysfonctionnement

Lorsque les origines du dysfonctionnement sont identifiées on peut alors les supprimer : suppression des entrées d'eaux parasites, débranchement et traitement séparé des effluents non domestiques, mise en conformité des pompes et réglages d'un éventuel poste de relevage, adoption d'un plan de surveillance et d'entretien adapté....

3. rétablir le fonctionnement du massif filtrant

La zéolithe a la propriété de recouvrer rapidement ses propriétés épuratrices après quelques semaines d'aération, mêmes consécutives à un colmatage sévère.

Divers aménagements peuvent être pratiqués sur les filtres selon les cas, pour favoriser cette aération et permettre leur remise en fonction.

La globalité de cette démarche appliquée avec succès sur diverses stations s'effectue sur une période de trois mois à 6 mois. Sa réussite suppose une participation volontaire et active du maître d'ouvrage.

4) CONCLUSION GÉNÉRALE

L'analyse des données accessibles à EPARCO dans le domaine du petit assainissement collectif montre qu'il y a un problème aigu et général de fonctionnement au niveau national, et ce quelque soit le type de technique mis en jeu.

Dans ce cadre les stations EPARCO avec filtre à zéolithe ne constituent pas un cas spécifique, et paraissent même avoir parfois des résultats moins mauvais que la moyenne de l'ensemble des dispositifs.

Cependant l'absence de référentiel dans l'étude du *Cemagref* conduit, contre toute bonne pratique de démarche scientifique, à impliquer le système lui-même et son dimensionnement dans les dysfonctionnements observés sans en rechercher d'éventuelles causes extérieures. Pourtant le *Cemagref* a lui-même vérifié et validé les données expérimentales qui ont conduit au dimensionnement du filtre à zéolithe, et a eu connaissance d'études en situation réelle qui ont confirmé ce dimensionnement.

Par ailleurs l'étude du *Cemagref* occulte dans son analyse l'importance de la qualité de fonctionnement du traitement primaire ; elle ne prend pas en compte non plus le respect des règles d'entretien. Or ce sont deux éléments majeurs qui peuvent expliquer le dysfonctionnement de ce type de STEP.

De plus Eparco a fait procéder par des chercheurs du CNRS et des Universités à des analyses du rapport du *Cemagref*. Ces analyses sont toutes concordantes: La conclusion ne repose ni sur une démarche scientifique acceptable ni sur des analyses statistiques valables et elle doit être rejetée en l'état.

Les causes extérieures de dysfonctionnement ont été recherchées par EPARCO au travers de cas concrets et recensées dans le tableau donné en 3.1

On voit qu'elles peuvent affecter tout type de station et qu'elles relèvent de 4 causes principales :

- mauvaise définition des charges à traiter par la station
- mauvaise qualité du réseau et des branchements
- mauvais entretien
- mauvaise conception globale du système d'assainissement (branchements, réseau, implantation de la station...)

Une fois que les causes extérieures ont été identifiées, il est souvent possible de les éliminer et dans ce cas des procédures de réhabilitation des stations ont fait leur preuve.

A partir de ce constat il y a deux solutions pour envisager la création et la gestion d'un petit assainissement collectif :

-soit le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage sont prêts à prendre les mesures autoritaires et financières qui s'imposent pour contrôler les branchements, éliminer les effluents non domestiques et les eaux parasites, assurer un entretien correct, éviter les défauts de conception

-soit ces mesures semblent inapplicables et à ce moment là le cahier des charges doit prendre en compte les conséquences prévisibles des défauts à l'origine. De ce fait 1 habitant présent sur la commune ne devrait pas être traduit de manière simpliste par le maître d'œuvre en 1 équivalent-habitant, mais devrait en donner 1,5 voire 2 ou 3 en fonction des risques réellement évalués sur le terrain.

ANNEXES

- Annexe 1** : *Compte rendu d'évaluation du rapport du Cemagref intitulé: Les filtres à zéolite en assainissement collectif* – Dr. Sam Dukan
p2
- Annexe 2** : *Analyse du rapport « Les filtres à zéolite en assainissement collectif » du CEMAGREF* – M. Vivien
p8
- Annexe 3** : *Tableau récapitulatif des causes de dysfonctionnement connues ou d'état de bon fonctionnement de 35 stations parmi les 63 de la base de données restreinte*
p14
- Annexe 4** : *Les publications scientifiques d'Eparco dans le domaine de la filtration des effluents septiques*
p16
- Annexe 5** : *Conclusion de «Etude du dimensionnement de la filière Filtre Compacts à Zéolithe Eparco Assainissement »* – Cemagref et Eparco
p18
- Annexe 6** : *Compte rendu Réunion du 19 Décembre 2001 à Rodez – Agence de l'Eau Adour-Garonne*
p23
- Annexe 7** : *Compte rendu réunion du 28 Octobre 2008 « filtres à sable »*
- SIDESA
p27
- Annexe 8** : *Analyse du document « Les filtres à zéolite en Assainissement Collectif : Etat des lieux et analyse du fonctionnement »*
- J.L. Vasel
p31
- Annexe 9** : *Les systèmes d'épuration par infiltration-percolation : Présentation et diagnostic des dysfonctionnements* – VITEO et CEMAGREF
p35

ANNEXE 1

Compte rendu d'évaluation du rapport du Cemagref intitulé: Les filtres à zéolite en assainissement collectif – Dr. Sam Dukan

**Compte rendu d'évaluation du rapport du *Cemagref* intitulé :
Les filtres à zéolite installés en assainissement collectif**

Dr. Sam DUKAN

Laboratoire de Chimie Bactérienne
Institut de Microbiologie de la Méditerranée
CNRS/UPR 9043 – 31 Chemin Joseph Aiguier
13402 Marseille
sdukan@ifr88.cnrs-mrs.fr



Préambule : L'objectif de ce compte rendu est de « reviewer » le rapport intitulé « les filtres à zéolite installés en assainissement collectif » comme un article de recherche. A ce titre, les mêmes critères de rigueur scientifique et de compréhension ont été évalués.

Avant propos : Bien que cette étude ait été demandée au *Cemagref*, il paraît contraire à toute procédure d'évaluation scientifique que deux des trois membres « scientifiques » du comité de pilotage soient aussi dans le comité scientifique et technique. En effet, tout article de recherche doit être évalué par ses pairs (comité de lecture équivalent a priori au comité de pilotage) et il paraît difficile de rendre un avis objectif lorsque les membres scientifiques sont juge et partie.

Problématique : L'objectif de cette étude a été d'évaluer le plus rigoureusement possible l'efficacité des « filtres à zéolite installés en assainissement collectifs ». Dans un second temps, si des difficultés étaient rencontrées sur ces dispositifs, l'objectif serait de qualifier les sources de difficultés et d'envisager des solutions pour y remédier. L'évaluation des systèmes d'assainissements collectifs pose le problème essentiel de la représentativité des données à analyser. En effet, rapportées à l'ensemble du parc des 175 stations identifiées, un très faible nombre d'analyses sont effectuées (en moyenne 8 prélèvements par STEP (1369 prélèvements pour 175 STEP) soit environ un prélèvement par an et par STEP)) rendant délicat toute évaluation poussée et détaillée en terme d'efficacité.

Il est admis que les bilans 24 heures sont les mieux à même d'estimer l'efficacité d'une filière en assainissement collectif. Cependant, sur les 175 stations identifiées sur le territoire français, moins de la moitié d'entre elles (66) possédaient des bilans 24 heures en sortie de filière. D'autre part, aucun prélèvement ponctuel ou bilan 24 h n'a été effectué dans 23 STEP. De part le plus grand nombre de prélèvements ponctuels par rapport aux nombre de bilans 24 h, la première partie de ce rapport a donc porté sur la représentativité des prélèvements ponctuels vis-à-vis des bilans 24 heures afin d'étendre cette étude au plus grand nombre de stations. **L'ensemble des analyses effectuées par la suite ont reposé sur la constatation « prouvée statistiquement » de la bonne représentativité de ces prélèvements ponctuels. De ce fait il était possible de porter le nombre de STEP étudiées de 66 à 152.** Finalement, il est regrettable que l'ensemble des données brutes ne soit pas accessible comme il est maintenant le cas dans l'ensemble des publications à comité de lecture....

I - Evaluation de l'introduction

Il est admis qu'une introduction se doit de positionner le sujet étudié dans son contexte global. D'autre part l'introduction doit faire référence à des travaux antérieurs sur la même problématique. Cependant, ici, l'introduction proposée dans ce rapport porte uniquement sur une présentation succincte de la présente étude focalisée sur la filière zéolite. Le lecteur, non expert dans le domaine, ne peut pas évaluer si les problèmes soulevés dans cette étude sont une spécificité de la filière utilisée ou plus généralement de l'assainissement collectif en milieu rural. D'autre part, le Cemagref a suivi ce type de filière sur plateforme sans pour autant faire état des résultats obtenus. Ces différents « oublis » dans la partie introductive ne permettent pas de remettre dans leurs contextes les résultats obtenus dans cette étude.

2 – Evaluation de la validation des données

Partie 1.3.1. Cohérence des diverses données de dimensionnement

Page 4, bas de page. Aucune justification n'est donnée quant au remplacement des données renseignées par le SATESE par la valeur issue du calcul. D'autre part, le nombre de fois ou ce changement est opéré ne semble pas indiqué.

Le dimensionnement de base du filtre à zéolite est donné à $0,6\text{m}^2/\text{EH}$ (ce qui permet de calculer le $\text{EH}_{\text{calculé}}$), or il est indiqué que la surface des filtres ne répond pas toujours à cette règle (cf. page 21). Comment alors est-il possible de calculer le bon EH ? Pourquoi ne semble-t-il pas y avoir de comparaison entre le $\text{EH}_{\text{calculé}}$ et le $\text{EH}_{\text{observé}}$?? Enfin, une station étant dimensionnée à un moment donné, il n'y a pas d'indication quant à l'évolution du nombre d'EH au cours du temps (particulièrement sur des périodes de plusieurs années ou de nouveaux raccordements sont possibles). Un certain nombre de précautions de langage devraient être prises.

Page 5, pourquoi les charges organiques et hydraulique sont seulement calculées ? Pourquoi n'y a-t-il pas vérification entre le calcul et les valeurs mesurées lors des bilans 24 heures ?

Partie 1.3.2. Représentativité des prélèvements ponctuels vis-à-vis des bilans 24 heures

L'objectif de cette partie est de démontrer que les prélèvements ponctuels peuvent renseigner sur l'état de fonctionnement des filières au même titre que les bilans 24 heures. Pour ce faire la procédure décrite [page 5](#) est claire. « Parmi le jeu... sélectionnées les STEP disposant d'au moins 2 bilans 24 h et de comparer les résultats analytiques à ceux des prélèvements ponctuels. Pour ce faire, Les prélèvements ponctuels réalisés durant la même année que le bilan 24 h ainsi que ceux des années précédente et suivante ».

Paradoxalement, [page 6](#), pour les charges hydrauliques, la sélection se fait de la même façon mais sur les STEP disposant d'au moins 1 bilan de 24 h.

Ainsi plusieurs problèmes se posent quant à la rigueur scientifique de cette partie :

1- Il est donc déjà difficile d'admettre qu'une méthode s'applique d'une certaine façon pour certains types de mesures et d'une autre façon pour d'autres types de mesures !! La rigueur scientifique est difficile à suivre.

2- L'objectif de cette partie est d'intégrer les mesures ponctuelles. **OR** la procédure décrite ici n'est absolument pas la comparaison entre une valeur ponctuelle et une valeur obtenue par un bilan 24 h. En effet, il s'agit plus d'une moyenne obtenue sur plusieurs prélèvements ponctuels qui est comparée à un bilan 24 h. A ce titre, il devient délicat d'envisager ensuite possible l'intégration des prélèvements ponctuels tels quels !! **Ainsi, un abus de langage est clairement fait entre moyenne des prélèvements ponctuels et prélèvement ponctuels !!**

3- L'utilisation du test statistique de Wilcoxon semble permettre de savoir si la valeur moyenne de chaque prélèvement ponctuel est représentative de la qualité du rejet en sortie de STEP. Cependant, il ne semble pas renseigner sur le nombre de dépassement des valeurs seuils pour chaque paramètre mesuré, respectivement entre les bilans 24 h et la moyenne des prélèvements ponctuels.

4- L'utilisation des moyennes des prélèvements ponctuels pose le problème par la suite de l'analyse des données en temps que prélèvement ponctuel non moyennées (cf point 2). Par exemple, il pourrait être possible qu'une valeur moyenne des prélèvements ponctuels soit sous la valeur seuil acceptable alors que la majorité des valeurs de chaque prélèvement pris individuellement soit au dessus (ex. 20, 150, 150, 150, 145 mg/l pour une valeur moyenne de DCO de 123 mg/l)...

5- Page 7 avant dernier paragraphe. Aucune information et justification ne sont données quant aux valeurs de dépassement autorisées pour rester potentiellement conforme au niveau du rejet. Il me paraît essentiel de justifier ces chiffres. Notamment, il serait intéressant d'avoir une idée de l'erreur faite sur la mesure. En effet, comme pour toute analyse, il faut prendre en compte la variabilité inter- et intra- échantillon.... Aucune donnée à ce sujet n'est indiquée dans cette partie. Il est à ce moment difficile de juger de la pertinence du choix des valeurs de dépassement seuils présent en compte dans ce rapport. A ce sujet, des références bibliographiques aideraient le lecteur non expert...

6- Finalement, cette analyse statistique sur les valeurs analytiques (DCO, DBO5, MES et N-NK) a été effectuée sur 33 STEP (au moins 2 bilans de 24 h) sur un ensemble de 175 (dont 152 possèdent au moins un prélèvement ponctuel). Quelque soit le résultat obtenu (différence ou non différence significative entre moyenne de prélèvement ponctuel et bilan 24 h), l'étude a été effectuée sur ces 33 STEP. Il manque alors une démonstration sur la possibilité d'étendre ce raisonnement sur l'ensemble des STEP possédant seulement des prélèvements ponctuels. La procédure à adopter permettant d'étendre le raisonnement pourrait être la suivante : il aurait fallu constituer deux sous ensembles de STEP possédant au moins deux (ou un ?) bilan(s) 24 h et des prélèvements ponctuels, puis dans un second temps montrer cette « éventuelle » non différence entre moyenne des prélèvements ponctuels et bilan 24 h sur un premier sous-ensemble. Enfin, sur le deuxième sous-ensemble de STEP, il aurait fallu appliquer le « classement des STEP » en utilisant soit les bilans 24 h soit les valeurs des prélèvements ponctuels. Si les résultats sont concordants alors à ce moment uniquement il deviendrait possible d'étendre la procédure aux STEP ne possédant que des prélèvements ponctuels.... Bien entendu le problème posée sur la représentativité des moyennes de prélèvements ponctuels par rapport aux prélèvements ponctuels reste entier...

L'ensemble de ces arguments logiques permet de dire, qu'il devient très difficile de juger favorablement l'ensemble des analyses effectuées dans la suite de ce rapport. En effet, la base même de l'étude repose sur cette partie statistique qui est fortement discutable.

Partie II.10. Qualité de l'effluent à traiter

La raison logique de la comparaison entre les qualités des effluents à traiter par les filtres à zéolite et les filtres plantés de roseaux n'est absolument pas claire. Pourquoi ne pas avoir aussi ajouté le lagunage naturel puisque le *Cemagref* a aussi fait une étude à ce sujet ?

ANNEXE 2

*Analyse du rapport « Les filtres à zéolite en assainissement collectif » du
CEMAGREF – M. Vivien*

Analyse du rapport « Les filtres à zéolite en assainissement collectif » du CEMAGREF

Montpellier le 17/02/2009

M. Vivien, Maître de Conférence en Statistique, UFR Pharmacie, Université de Montpellier

J'ai étudié le document du Cemagref concernant les filtres à zéolites, d'un point de vue purement statistique.

Le document constitue un gros travail d'analyse des données fournies par les SATESE.

Je vais présenter ci-après mes remarques concernant l'échantillonnage des données, les méthodes statistiques employées et commenter les utilisations qui en ont été faites dans un certain nombre de cas précis.

1 – Concernant l'échantillonnage

Chaque STEP possédant environ un prélèvement ponctuel par an et un bilan 24h tous les 4 ans (au mieux), cela sur une période de 15 ans, on peut déjà se demander si ces données sont suffisamment représentatives de la réalité des STEP de petites communes pour chercher des causes de dysfonctionnement... Cela semble trop peu.

De plus, tout au long du rapport, on constate le nombre important de données manquantes, et la taille des échantillons étudiés réduit de plus en plus. Par exemple, au départ 175 STEP sont étudiées. Ensuite, ont été classées 94 STEP (puis 63) en Dysfonctionnement, et 54 en Bon fonctionnement. Mais lors des tests visant à comparer ces 2 échantillons, parfois seulement 15 STEP sont étudiées, parfois 20, parfois 30... Ce n'est pas du tout représentatif.

Un minimum, aurait été de savoir combien de STEP ne possèdent aucune valeur manquante. Je suppose que les STEP utilisées peuvent être différentes selon les paramètres étudiés. Il vaudrait mieux que cela soit les mêmes tout au long de l'étude, pour une meilleure représentativité. Est-ce que ce sont les mêmes stations qui présentent fréquemment des valeurs manquantes ?

2 – Méthodes Statistiques employées

On peut noter des erreurs d'application des tests :

Un test de comparaison de variance ne peut s'appliquer que si la normalité des distributions des deux séries est supposée. Quand la normalité des distributions est infirmée, on ne peut pas appliquer un test de comparaison de variances, et cela a visiblement été fait à plusieurs reprises (p28, p29, p32,p42,p43,p51,p57)

Un test de Tuckey est un test paramétrique et nécessite aussi la normalité des échantillons. Or il est appliqué p19 après un test non-paramétrique de Kruskal-Wallis, appliqué lui-même pour cause de non normalité... Le résultat n'est pas fiable.

Un test sur séries appariées nécessite la normalité de la distribution des différences et non la normalité des 2 échantillons à comparer. Et il n'y a pas de vérification d'égalité des variances à faire puisqu'il s'agit en fait un test de comparaison d'une moyenne à 0 (p28, p68).

3- Utilisation des Statistiques

- Les facteurs sont tous étudiés séparément. Ne peut-il pas y avoir des interactions ? D'autres méthodes statistiques pourraient être utilisées telles que des ANOVA à plusieurs facteurs (si les

données le permettent). Par exemple, ne peut-il pas y avoir une interaction, jouant sur la qualité des effluents de sortie ou de prise en charge des effluents d'entrée :

- entre l'année d'installation de la station et la nature de l'exploitant ;
 - entre le nombre de filtre et la surface unitaire des filtres et le fonctionnement des STEP ;
 - la présence de limiteur de débits et année d'installation (car installés dans la période d'installation où il y a le plus de STEP en Dysfonctionnement) et le fonctionnement des STEP ;
 - entre l'année d'installation et l'année d'apparition des premiers problèmes ;
 - charge organique et la charge hydraulique.
- Le facteur *Localisation* (département) n'est pas utilisé. On peut se demander s'il ne peut pas y avoir un facteur géographique aux problèmes (type de sol, climat...).
- p20 , tableau 12:

Une comparaison *de visu* des moyennes des capacités en EH des STEP en fonction du système d'alimentation des filtres (augets basculants ou pompes) est effectuée, sans aucune comparaison statistique. A la vue des écarts types (très gros pour les STEP utilisant une pompe), il paraît presque évident qu'un test statistique dirait qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes.

- p27-28 : *Représentativité des bilans ponctuels et des relevés des compteurs d'augets :*

La méthode utilisée ne me semble pas adaptée. Les STEP gardées sont celles dont on dispose les prélèvements des années n-1, n et n+1 et d'un bilan 24h l'année n. Si les données sont présentes pour l'année n' (et n'-1 et n'+1), il me semble que les moyennes des données sont faites par STEP et donc « mélangent » à nouveau les années n-1, n, n+1, n', n'-1, n'+1. A la fin, on ne peut plus dire que l'on compare les résultats des bilans 24h d'une année avec les résultats des relevés ponctuels de l'année précédente, courante et suivante. Même remarque pour la représentativité des relevés des compteurs à augets basculant. En fait, le problème est que l'on ne sait pas exactement ce qui a été fait. Est-ce que pour chaque STEP on étudie une « seule année n » ou plusieurs ?

- *Comparaison de la qualité des effluents à traiter avec la filière « filtres plantés de roseaux » :*

Les auteurs du rapport citent une étude de 2003 concernant la filière « filtre plantés de roseaux » et réalisent la comparaison de la qualité des effluents d'entrée avec la filière « filtres à zéolites ». Il aurait été intéressant de faire les comparaisons pour les autres paramètres (Dysfonctionnement etc ?).

De plus, le rapport comporte une imprécision importante. D'après le tableau 24 p30, les moyennes des paramètres semblent données par bilan 24h et non par STEP. Un test statistique est réalisé p32 afin de comparer les deux filières. Si les valeurs étudiées sont par bilan 24h et non par STEP, les tests ne sont pas applicables puisque les données d'un échantillon ne sont plus indépendantes (il peut y avoir plusieurs bilans 24h pour une même STEP). Si c'est ceci qui a été réalisé, on ne peut pas tenir compte du résultat. Si les mesures sont moyennées par STEP, alors il aurait fallu le dire.

- *Représentativité des données concernant le taux de charge hydraulique et le taux de charge organique :*

Sur 175 STEP échantillonnées, 133 sont utilisées pour étudier le taux de charge hydraulique mais seulement 63 STEP (36% du nombre de STEP initial) peuvent être utilisées pour le taux de charge

organique. Ce n'est plus représentatif de la base de donnée. Il aurait été utile de savoir combien de STEP parmi ces 63, sont utilisées parmi les 133.

- *P38 : Représentativité des données concernant l'entretien de la FTE :*

Il y a 28% de données manquantes. Cela génère un gros biais dans les données. Ces données ne sont pas réellement représentatives de l'échantillon initial.

- *P41 : Etude de la concentration de l'effluent à traiter suivant les STEP en Bon Fonctionnement et en Dysfonctionnement:*

Seulement 15 STEP (sur 54, soit 27,7% des STEP) en Bon Fonctionnement sont utilisées pour étudier la concentration moyenne en DCO, DBO5, MES et N-NK en entrée. Cela ne peut pas être représentatif de ce groupe de STEP.

De même seulement 39 STEP (sur 94, soit 41%) en Dysfonctionnement possèdent ces résultats d'analyse. Ce n'est pas représentatif des STEP en Dysfonctionnement.

De même p45, seulement 11 STEP en bon fonctionnement (soit 1/5 des STEP en bon fonctionnement) sont disponibles pour étudier le taux de charge organique. On peut aussi se demander si ce sont les mêmes STEP que celles utilisées p41.

De même, lors de l'étude des mêmes paramètres sur la base de données réduite, p55, respectivement 15 et 33 STEP sont utilisées pour représenter des échantillons de 53 et 63 STEP. De même, p59, seulement, respectivement, 11 et 30 STEP sont utilisées pour caractériser les taux de charges organiques de ces 2 échantillons.

- *P48 :*

Il est bon de noter que les 32 STEP en Dysfonctionnement qui ont été enlevées de la base données pour la suite, en raison de cahiers des charges non respecté, représentent 34% des STEP déclarées en Dysfonctionnement. Ceci fait passer le taux de STEP en Dysfonctionnement pour raisons non encore déterminées à 34%, ce qui est une réduction importante qui aurait pu être soulignée.

- *P49 : Influence de l'âge :*

La figure 38 donne les effectifs de STEP en Fonctionnement Normal et Dysfonctionnement par année d'installation. Il aurait été plus judicieux de représenter le pourcentage par rapport au nombre de STEP installées dans l'année.

L'influence de l'âge à la date de l'étude a été étudiée par un test de Wilcoxon, lequel ne montre aucune différence significative entre les deux groupes. Un test du Chi-Deux aurait été préférable pour étudier l'indépendance entre les années (sous forme de classes) et le fonctionnement, en y incluant la classe de Fonctionnement Non Optimal. Un effet significatif de l'année d'installation sur le fonctionnement risque d'être trouvé, à la vue des résultats présents dans le document.

- *P52 : Représentativité des données concernant la FTE :*

Comme dit précédemment, le nombre de STEP (26) disponible pour étudier l'influence de la FTE sur le fonctionnement, est trop faible. Il représente seulement 22% des 116 stations étudiées dans ce chapitre.

De plus, il est dit que 21 STEP en Dysfonctionnement sont réparties en deux périodes : Fonctionnement et Dysfonctionnement. A ce niveau là, on dispose de deux séries de données appariées (représentant seulement environ 33% des données). A cela les auteurs ont rajouté les résultats de 5 STEP en Bon

Fonctionnement dans la période Fonctionnement précédente. Les séries sont « à moitié » appariées. Les tests du tableau 53 p53 ne sont plus valides car les séries ne sont pas indépendantes.

Seulement 13 STEP (11% des STEP étudiées) sont utilisées pour étudier l'influence de l'alimentation de la STEP sur l'effluent de sortie. Ce n'est pas représentatif.

A l'issue de ce paragraphe, aucune différence significative n'a été relevée sur la qualité des effluents en sortie de la FTE par rapport aux paramètres étudiés, mais les données sont si peu représentatives qu'il faudrait ne pas tenir compte de ces résultats.

o *Causes de dysfonctionnement non détaillées:*

On ne sait pas pour quelles raisons exactement 94 STEP au départ, 63 ensuite, sont classées en Dysfonctionnement : ont-elles toutes des problèmes de colmatage et de non respect des normes pour les effluents de sortie ? Si ce n'est pas le cas, combien par causes ?

Peut être qu'il aurait fallu étudier séparément les différents types de dysfonctionnement.

o *P61 : Test de comparaison des taux de charges hydrauliques :*

Le but du test est de comparer le taux de charges hydraulique moyen en entrée des STEP classées en Dysfonctionnement entre leur période de Fonctionnement et leur période de Dysfonctionnement. Donc, *a priori*, il s'agirait un test sur séries appariées : les mêmes STEP dans la période fonctionnement et dans la période Dysfonctionnement. Or, le nombre de STEP est différent (19 et 20 sur un total de 63 STEP) et un test sur séries non appariées est visiblement utilisé, puisque non précisé. Est-ce à cause d'une donnée manquante (bien que les auteurs précisent quelques lignes plus haut que « l'analyse porte sur les charges hydraulique et organique des STEP, pour lesquelles les données qui décrivent les deux périodes existent ») ou est ce qu'il s'agit de STEP différentes dans les deux échantillons ? Dans tous les cas le test appliqué n'est pas adapté :

- si ce sont les mêmes STEP dont une valeur manquante, on ne peut pas utiliser un test sur série non appariées,
- si ce ne sont pas les mêmes STEP, cela n'a pas de sens de les comparer ici, puisque le but est de savoir si on peut observer des différences de charge hydraulique, organique ... entre deux périodes avec comme objectif de découvrir un facteur déclenchant du dysfonctionnement. Si ce ne sont pas les mêmes STEP « avant et après », on ne peut pas conclure en ce sens.

Les mêmes remarques sont valables en ce qui concerne l'étude des charges organique p64 avec en plus le problème de trop petits échantillons (non représentatif). Les auteurs ont ici remarqué le trop petit nombre de STEP utilisées mais n'en n'ont pas fait mention ailleurs.

o *Plus généralement ...*

Le risque de première espèce (α) utilisé aurait dû être précisé à chaque test. On suppose qu'il s'agit de 5%.

Il y a ainsi des imprécisions qui rendent les conclusions très difficiles.

Aucune comparaison n'a été faite avec les autres filières (filtres à sables ou autre) en ce qui concerne le dysfonctionnement. Il aurait fallu le faire afin de savoir si les problèmes sont les mêmes dans toutes les filières ou si la filière « filtre à zéolite » présente plus de problèmes que les autres, dans le but savoir s'il faut chercher des causes extérieures au type de STEP ou des causes spécifiques.

Il me semble que pour chercher des causes précises de dysfonctionnement, il faut tenir de tous les facteurs (extérieurs, de construction, de fonctionnement ...) et de leur influence conjointe possible. De plus, il faudrait un échantillonnage plus rapproché sur une longue période (1 bilan 24h par mois ? 1 bilan 24h par semaine ?) afin de voir s'il n'y a pas des variations sur certains facteurs qui peuvent poser problème.

4 – Conclusion

Malgré le travail important qui a été fait par le Cemagref, on peut émettre des critiques concernant les données, les méthodes employées et les interprétations qui en découlent.

La base de données, ne comporte initialement pas beaucoup de valeurs par année et comporte des informations manquantes en grand nombre, variable selon les paramètres, ce qui engendre l'exclusion de l'étude de beaucoup de STEP selon les paramètres étudiés, et les STEP utilisées ne sont pas toujours les mêmes, visiblement. Tout cela fait qu'il est très difficile de tirer des conclusions générales de cette étude. Habituellement, lors d'une étude statistique, on doit d'abord identifier le nombre d'observation (ici les STEP) qui ne présentent pas de valeurs manquantes et utiliser cet échantillon du début à la fin, si le nombre d'observation supprimé n'est pas trop grand (afin de garantir la représentativité de l'échantillon).

En dehors du problème du nombre de STEP utilisé à chaque fois, les tests statistiques ont été dans l'ensemble bien appliqués dans le sens où les conditions d'applications ont été vérifiées correctement. Mais il y a des problèmes dans certains cas particuliers dus à une mauvaise application des tests et/ou à des informations manquantes dans le rapport. En particulier, sur les tests appliqués p52 et p61, sur lesquels les auteurs se basent pour leurs conclusions, les tests ont été mal utilisés car les séries de données comparées sont « à moitié appariées » et sont visiblement traitées comme des séries indépendantes. Les conclusions de ces tests ne peuvent pas être prises en compte.

Il est bien probable que beaucoup de STEP de la filière « filtres à zéolites » ont un problème de fonctionnement mais ces problèmes sont-ils uniquement présents dans cette filière ? Tous les facteurs ont-ils réellement été pris en compte ? Les facteurs ne peuvent-ils pas interagir entre eux ?

A l'issue de cette étude, beaucoup de questions se posent encore, car la cause du dysfonctionnement des 63 STEP citées n'a pas été mise en évidence.

*M. Vivien
MCU*

ANNEXE 3

Tableau récapitulatif des causes de dysfonctionnement connues ou d'état de bon fonctionnement de 35 stations parmi les 63 de la base de données restreinte

n° STATION	SURCHARGE ORGANIQUE	EFFLUENTS NON DOMESTIQUES	SURCHARGE HYDRAULIQUE	DEFAUT D'ENTRETIEN DE LA FOSSE	INONDATION ET APPORT DE LIMONS	POMPES DILASCRATRICES	DÉFAUT DE GRANULOMÉTRIE DU FILTRE	BON FONCTIONNEMENT ACTUEL
1	1		1					
2			1					
3			1					
4			1					
5			1	1				
6			1		1			
7	1			1				
8			1	1				
9						1		
10			1					
11							1	1
12								1
13	1		1					
14		1						1
15		1				1		
16	1	1						
17			1			1		
18	1				1			
19	1	1						
20	1							1
21	1		1					
22					1	1		
23				1				
24	1	1						
25	1		1					
26	1			1				
27			1			1		
28			1	1				
29		1						1
30			1					
31			1		1			
32								1
33			1					
34			1					
35	1							

ANNEXE 4

Les publications scientifiques d'Eparco dans le domaine de la filtration
des effluents septiques

LES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES D'EPARCO DANS LE DOMAINE DE LA FILTRATION DES EFFLUENTS SEPTIQUES

JOSEPH C., BRISSAUD F., PHILIP H., DELTOUR P. (1982). Efficacité des épandages souterrains sur sol reconstitué. Type tranchée drainante en assainissement individuel. *XVII èmes Journées de l'Hydraulique*. Nantes.

SABATIER M., PHILIP H., BRISSAUD F., JOSEPH C., CIAN L., DELTOUR P. (1984). Etude expérimentale de tranchées filtrantes drainées. *J. Français d'Hydrologie*. **15** : pp. 61-76.

DRAKIDES C., PHILIP H., SABATIER M., CIAN L. (1984). Exemples d'écosystèmes épurateurs dans un massif filtrant. *J. Français d'Hydrologie* **15** : pp. 77-92.

PHILIP H., RAMBAUD A., PICOT B., SABATIER M., MASSARI M. (1988). Evolution des composés azotés dans une filière d'assainissement individuel. *Wat. Supply*, **6** : pp. 93-100.

MABIALA J., PHILIP H., RAMBAUD A., DRAKIDES C. (1990). Relations entre microfaune, microflore et paramètres abiotiques dans les filtres alimentés par des effluents septiques en conditions expérimentales. *Tribune de l'eau*, **43** : pp. 47-54.

S. MAUNOIR, H. PHILIP, A. RAMBAUD (2002). Treatment of Domestic Wastewater by an Innovative on-site Process. Proceedings of International conference "Small Wastewater Technologies and Management for the Mediterranean Area" Seville, 20-22 Mars / Center for the New Water Technologies (CENTA, Ed.), 2002.

D. JOY, M. GIBSON, T.R. KING, S. MAUNOIR, H. PHILIP (2002). «Ontario Testing of the Eparco Compact Filter Wastewater System». *Third Annual Ontario On-site Wastewater Conference and Exhibition Proceedings*, (2002), Toronto, Canada, pp. 31-42.

H. PHILIP, S. MAUNOIR (2003). «Traitement des eaux usées par une technique innovante : le filtre compact EPARCO». *Poster présenté à la journée régionale AGHTM Languedoc-Roussillon* - Conseil Général de Montpellier, 25 Mars 2003.

H. PHILIP, S. MAUNOIR (2004). «Développement et application d'une filière de traitement des eaux usées par une technique innovante destinée à l'assainissement non collectif : le filtre compact EPARCO». *Tribune de l'eau*, vol **57**, N° **627-628**, pp.90-98.

D. M. JOY, T. R. KING, S. MAUNOIR, H. PHILIP (2004). «Field Testing of the EPARCO Compact Filter Wastewater System». On-site Wastewater Treatment X - *Proceedings of the Tenth National Symposium on Individual and Small Community Sewage Systems*. (ASAE, Ed. ISBN 1-892769-37-9), March 21-24, 2004, Sacramento, California, pp 298-308.

D. M. JOY, T. R. KING, S. MAUNOIR, H. PHILIP (2005). «Performances du filtre compact EPARCO au Canada » *L'Eau, l'Industrie, les Nuisances*, N° **282**, pp 43-45.

S. MAUNOIR, H. PHILIP, A. RAMBAUD (2007). Small wastewater treatment plants in mountain area : the EPARCO process (septic tank and biological filter). Proceedings of IWA specialist group, «Anaerobic digestion in mountain area (and isolated rural zones)», june 5-7 2007, Université de Savoie, Chambéry, France, 10 pp.

ANNEXE 5

Conclusion de «*Etude du dimensionnement de la filière Filtre Compacts à Zéolithe Eparco Assainissement* » – Cemagref et Eparco

Etude du dimensionnement de la filière Filtres Compacts à Zéolithe Eparco Assainissement

OCTOBRE 2002 – JUIN 2004

CONCLUSION

L'objet du travail en cours est la validation du dimensionnement et de la mise en œuvre des «filtres compact Eparco» tels qu'ils sont proposés pour le traitement collectif des eaux usées des collectivités rurales. Les éléments qui caractérisent ces filtres sont :

- matériau de remplissage : zéolithe
- hauteur du matériau :
 - couche supérieure 40 cm de grosse granulométrie (5mm-2mm)
 - couche inférieure 15 cm de fine granulométrie (2mm-0.5mm)
- surface spécifique 0.6m²/EH,
- charge organique spécifique 0.120 kgDCO/m²*j
- charge hydraulique spécifique : 0.250 m³/m²*j

Le filtre est précédé par une fosse toutes eaux et munie d'un préfiltre. La protection hydraulique est assurée à deux niveaux : en amont de la fosse le débit prévu s'élève à 12 fois le Qpts, et en amont du préfiltre l'écêtement conserve 4 fois le Qpts.

Ce travail de validation est organisé en trois phases :

- Etude critique des résultats obtenus sur des colonnes au laboratoire,
- Etude critique des résultats obtenus sur des installations expérimentales d'une capacité de 7 EH par installation,
- Etude critique des résultats obtenus sur des installations en grandeur réelle sur le terrain.

Le présent rapport a porté sur les deux premières phases.

1/ CONCLUSIONS SUR LE FONCTIONNEMENT DES COLONNES

Plusieurs matériaux ont été testés : du sable, du resorbex et de la zéolithe. Seules les conclusions concernant le sable et la zéolithe sont reprises ici.

Colonne de sable

Cette colonne a été alimentée selon un dimensionnement classique de 2.4 m²/EH, soit à 30 g DCO/m²*j. Sa profondeur était de 60 cm.

- Les concentrations sortie de cette colonne étaient : 42 mg DCO/l et 4 mg N-NH₄/l .
- Le suivi massique sur une période de 190 jours met en évidence une augmentation asymptotique du poids de la biomasse, avec un plafond qui est atteint après 6 mois de fonctionnement environ. Le degré de colmatage correspondant est compatible avec une bonne perméabilité.

Colonnes de zéolithe

Les colonnes étaient toutes constituées d'une couche de 40 cm de grosse sur 15 cm de fine granulométrie.

- L'activité biologique se situe pour les colonnes de zéolithe sur toute la profondeur, contrairement à la colonne de sable où elle se situe dans les 10 cm supérieurs. Une importante activité de protozoaires prédateurs est observée, notamment à l'interface des deux couches.
- L'alimentation à une charge jusqu'à 120 g DCO/m²*j permet d'assurer pendant les durées de l'expérience qui allaient jusqu'à 155 jours (colonne Z2 alimenté à 113 gDCO/m²*j et 127 g DCO/m²*j pendant respectivement 100 et 55 jours). La nitrification est présente à ce niveau de charge.
- Une charge de 160 gDCO/m²*j testée sur une période de 30 jours conduit à une concentration de DCO élevée de 145 mg/l mais permet de maintenir la nitrification.
- Une surcharge massique de 380 gDCO/m²*j appliquée pendant 60 jours conduit à une concentration de DCO de 180 mg/l. La nitrification diminue fortement. En revanche le retour à une charge normale de 100 gDCO/m²*j permet à nouveau une nitrification.
- Une surcharge hydraulique de 500 l/m²*j n'a pas d'incidence sur les rendements.

colonne	jours	nombre jours	charge DCO g/m ² *j	charge Q L/m ² *j	DCO entrée mgO ₂ /L	DCO sortie mgO ₂ /L	NO ₃ sortie mgN/L	rendement %
Z5	19-215	197	79,5	187,3	424,5	85,9	21,8	79,8
Z4	168-243	76	96,9	233,4	415,2	85,3	26,3	79,5
Z2	204-288	85	102	251,6	405,3	85,6	27,6	78,9
Z3	26-126	100	112,6	254,9	441,7	67,2	24,2	84,8
Z1	162-216	55	111,2	283	392,9	96,7	27,7	75,4
Z2	39-148	110	113,4	256,3	442,5	60,8	28,3	86,3
Z4	30-106	77	120,8	505,2	239,1	48,7	17,3	79,6
Z1	19-134	116	125	227,7	450,1	111,3	20,2	75,3
Z2	149-203	55	126,9	250,7	506,2	116,7	34,9	76,9
Z1	135-161	27	159,5	304,2	524,3	145,7	23,3	72,2
Z4	107-167	61	384,6	783,3	491	182,4	7,4	62,9

Tableau 1 : efficacité des colonnes en fonction des charges en DCO reçues et d'une période de temps

- Le suivi de l'évolution du poids des colonnes n'a pas permis d'atteindre, comme pour la colonne de sable, une situation d'équilibre. On ne peut donc pas statuer, au vu de ces résultats, sur le risque d'un colmatage à terme.

2/ CONCLUSIONS SUR LE FONCTIONNEMENT DES FILTRES DE LA PLATE-FORME EXPERIMENTALE

Les filtres étudiés avaient les caractéristiques suivantes :

numéro	Epaisseur couches cm gros/cm fine	Charge organique g DCO/m ² *j	Charge hydraulique L/m ² *j
2	50/10	240	500
4	50/15	240	500
6	30/30	120	250
1	40/15	120	250
3	50/15	120	250

Tableau 2 : caractéristiques des filtres de la plate forme expérimentale

Les charges organiques et hydrauliques envisagées des filtres 2 et 4 sont donc des surcharges. Pour les filtres 6, 1 et 3 on visait une charge nominale. Ces derniers filtres diffèrent par leur constitution, la couche supérieure variant de 30 cm à 50 cm.

La période d'observation porte sur 30 mois de mars 2001 à octobre 2003.

- Les concentrations de sortie des filtres augmentent lors de la première période hivernale dès que la température descend en dessous de 12.5°C dans des proportions qui sont en rapport avec leur taux de charge. Les teneurs en ammonium augmentent également. Il est probable que la baisse de température dans les massifs filtrants explique ces évolutions.

numéro	Concentration sortie avant baisse T°C g DCO/m ² *j	Concentration sortie après baisse T°C g DCO/m ² *j
2	100	250
4	100	250
6	60	160
1	50	160
3	40	100

Tableau 3 : concentrations de sortie avant et pendant la période hivernale

- Les filtres en surcharge (2 et 4), mais aussi deux des filtres à charge nominale (6 et 1) ont dû être arrêtés à la fin de cette période pour éviter le risque de colmatage. Le fonctionnement du filtre 3, également à charge nominale, n'a pas été interrompu. La principale différence, par rapport aux filtres 6 et 1, qui pourrait expliquer le bon fonctionnement du filtre 3 réside dans l'épaisseur supérieure de la couche supérieure. Par ailleurs on peut avancer que la répartition initialement imparfaite des eaux usées sur les filtres 6 et 1, qui a été corrigé après la première année de fonctionnement, a également contribué à leur dysfonctionnement.
- Le fonctionnement d'un filtre dans des conditions de charge de 125 g DCO/m²*j et 350 L/m²*j, pendant une période de 18 mois conduit donc à un effluent de bonne qualité (64 mg DCO/l) sans que se produise un colmatage.

Filtre N°	Période		Charge en entrée (% du nominal)			Concentration en sortie (mg/l)	
	N°	Durée (mois)	DCO	MES	Hydraulique	DCO	MES
1	1	11,5	105	80	140	76	11
	2	8,3	95	100	150	75	12
	3	9,9	65	60	230	52	6
2	1	11,4	205	165	275	137	28
	2	5,4	200	210	290	125	27
	3	11,6	65	60	255	43	9
3	1	18,5	105	90	140	64	11
	2	13,1	65	65	235	42	7
4	1	11,4	235	180	300	137	28
	2	5,4	200	225	290	115	27
	3	9,8	75	75	270	47	9
6	1	11,5	115	90	145	78	11
	2	7,9	90	95	155	77	16
	3	5	60	70	280	41	4
	4	4,6	70	55	215	51	4

Tableau 4 : efficacité des filtres plate forme en fonction des charges reçues et d'une période de temps

- Le suivi massique sur les colonnes pendant une période de 100 jours avait mis en évidence que le poids d'équilibre de la biomasse n'était pas atteint sans que l'on puisse statuer sur le risque de

colmatage à terme. Le suivi du filtre 3 confirme que ce colmatage ne se produit pas après une durée de fonctionnement de 550 jours.

- La surcharge organique des filtres 2 et 4 jusqu'à un facteur 2 pendant une année permet un fonctionnement non-colmatant, mais avec une concentration de DCO à la sortie supérieure à 125 mg/l sans que la nitrification disparaisse. Une diminution de la charge permet une rapide augmentation de la nitrification.
- L'absence d'impact négatif d'une surcharge hydraulique jusqu'à un facteur 3, déjà constatée sur les colonnes, est confirmée par le suivi des filtres sur plate-forme.

3/ FILTRES EN CONDITIONS REELLES

Les conditions de fonctionnement des filtres sur la plate-forme, et a fortiori des colonnes au laboratoire, diffèrent des conditions de terrain.

Ces différences concernent :

- La température. La plate-forme subit probablement une plus forte incidence de la température par les faibles volumes mis en œuvre d'une part et l'isolation thermique plus réduite d'autre part. En revanche les essais ont été conduits dans des conditions climatiques relativement clémentes.
- La protection hydraulique. Dans les conditions actuelles de fonctionnement du réseau qui alimente la plate-forme, les eaux de ruissellement peuvent par grosses pluies entrer via les regards dans le réseau. Elles doivent être obligatoirement prises en compte par la plate-forme en raison de la protection de l'Etang de Thau. En revanche sur le terrain des systèmes d'écrêtement sont mis en place.
- L'entretien. Sur un site expérimental l'entretien est en général plus soigné que celui sur site réel.
- Les rejets intempestifs. Sur réseau réel le risque de tels rejets existe et ils peuvent conduire à une surcharge de filtre.

Après les deux phases expérimentales initiales, les essais sur colonnes et les essais sur plate-forme, qui ont permis de confirmer le bien fondé du dimensionnement et de la mise œuvre, il est donc maintenant nécessaire, pour une validation complète, de repérer sur le terrain les écarts qui pourraient exister avec les observations expérimentales, d'en identifier les origines et le cas échéant de proposer les adaptations nécessaires.

ANNEXE 6

Compte rendu Réunion du 19 Décembre 2001 à Rodez –Agence de l'Eau Adour-Garonne



Compte-rendu

Réunion du 19 décembre 2001 à Rodez

Etaient présents :

H. Armand, S. Bavaveas, N. Besombes, C. Bonnet, E. Colas, O. Guiard, P. Labescau, J. Lassalle, B. Marteau, H. Philip

Objet : Bilan des mesures effectuées d'août à octobre 2001 sur les stations de Peyrusse-le-Roc (12), Chauilhac (48) et Saint-Michel-de-Bannières (46) selon le protocole établi entre la Société EPARCO, les SATESE et l'Agence de l'Eau.

RESULTATS DES MESURES

⇒ **PEYRUSSE-le-ROC (90 EH)**

- Le suivi des débits pendant la quinzaine des jours précédant le 1^{er} bilan a fourni des données sous-estimées en raison de problèmes de réglage du datalogger installé sur l'auge basculeur. Cependant, une surcharge de 3-4 jours (fête d'antan) a pu être mise en évidence autour du 11 août. En l'absence de mesure de pollution acheminée en station lors de la pointe et en l'absence de mesure fiable de débits, il est difficile de quantifier avec précision la surcharge organique reçue par le filtre (de l'ordre de 30%).
- Le bilan du 20-21 août 2001 met en évidence un rejet dépassant la norme D4 pour des taux de charges hydraulique et organique proches de la capacité nominale de la station : CH = 63% ; CO = 81%.
- Plusieurs prélèvements effectués entre le 31 août 2001 et le 26 septembre 2001 montrent que la station a recommencé à avoir un rejet dans les normes un mois environ après le 1^{er} bilan, malgré une nitrification qui a redémarré plus rapidement.
- Lors du 2^{ème} bilan du 9-10 octobre 2001, le filtre fonctionnait de nouveau correctement et présentait un rejet de bonne qualité pour des charges inférieures à 50% : CH = 29% ; CO = 26%.

Les résultats des mesures sur la station de Peyrusse-le-Roc posent le problème du fonctionnement des filtres compacts en période de pointe et de leur capacité à épurer les eaux usées sur la base de 0,3 m²/EH pendant la période estivale.

⇒ SAINT-MICHEL-de-BANNIERES (160 EH)

- Le relevé des débits du 13 août 2001 au 27 août 2001 a permis d'observer la sensibilité du réseau de collecte à l'intrusion d'ECP par temps de pluie (2 ou 3 mauvais branchements sur le réseau séparatif étant à l'origine des troubles).
- Les résultats des mesures réalisées lors des bilans des 27-28 août 2001 et 29-30 octobre 2001 indiquent un rejet de bonne qualité, accompagné d'une bonne nitrification pour des taux de charges hydraulique et organique de :

CH = 59 % ; CO = 54% lors du 1^{er} bilan
CH = 48% ; CO = 72% lors du 2^{ème} bilan

A défaut d'enseignements sur le fonctionnement du filtre compact (en raison de taux de charges trop faibles), le suivi de la station de Saint-Michel-de-Bannières nous rappelle l'importance des efforts à consacrer à la qualité des branchements sur les réseaux de collecte (la mise en oeuvre de la charte qualité n'étant pas un gage de qualité suffisant).

CHAULHAC (45 EH)

- Les mesures de débits ont mis en évidence l'insensibilité du réseau de collecte aux ECP par temps de pluie.
- De même que sur la station de Saint-Michel-de-Bannières les deux bilans réalisés ont donné de bons résultats avec des taux de charges cependant peu élevés :

1-2/08/2001 : CH = 28% ; CO = 48%
2-3/10/2001 : CH = 15% ; CO = 24%

- L'importance du taux d'accumulation des boues dans la FSTE soulève des questions.

REMARQUES GENERALES

⇒ PRETRAITEMENTS

La présence de dégrilleurs manuels sur les petites stations impose une fréquence de passage de l'employé communal en charge de l'entretien quasi quotidienne, ceci afin de limiter les risques de colmatage, et de by-pass des effluents si un DO est installé en tête de station.

La réflexion sur la nécessité de pose d'un dégrilleur manuel et sur la taille de son entrefer doit donc tenir compte d'une part du devenir des boues (épandage direct qui exige un dégrillage assez fin ou dépotage en step pour lequel un dégrillage plus grossier peut suffire), et d'autre part de la contrainte forte liée à l'entretien et aux risques de by-pass.

⇨ LIMITEURS DE DEBIT

- EPARCO a apporté des modifications sur les limiteurs aval, afin de limiter les risques de bouchage, et examine les possibilités de rehausse du limiteur amont.
- La mise en place de tels dispositifs est à justifier au cas par cas et doit s'accompagner d'une description détaillée des débits admissibles en pointe à l'entrée de la FSTE et du filtre.
- Par ailleurs il y a lieu de s'assurer auprès des maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre du fonctionnement correct du réseau séparatif amont (quelques mauvais branchements pouvant suffire à engendrer des désordres non négligeables par temps de pluie).

⇨ DIMENSIONNEMENT DU FILTRE

Sur Peyrusse-le-Roc, à défaut de mesures suffisantes au moment de la surcharge, les résultats sur la station dont le filtre a fonctionné autour de 0,3 m²/EH pendant le mois d'août, ne sont pas favorables à cette valeur de dimensionnement. Le système a en effet manqué de souplesse pendant la période de pointe, et a conduit à une dégradation de la qualité du rejet sur un mois.

A contrario, le fonctionnement sur 0,6 m²/EH des filtres de Saint-Michel-de-Bannières et Chaulhac n'a pas posé de problème particulier.

En l'absence, donc, de mesures supplémentaires prouvant que les filtres compacts peuvent passer de 0,6m²/EH à 0,3 m²/EH pendant deux mois de l'année, il est proposé de ne pas descendre en dessous de la base de dimensionnement de 0,6 m²/EH.

⇨ STATIONS ANCIENNE GENERATION

Le SAV d'EPARCO se chargera de remettre en service et d'améliorer les stations qui présenteront des dysfonctionnements.

CONCLUSIONS

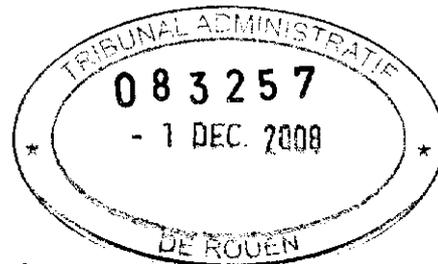
Suite aux résultats obtenus sur les trois stations ayant fait l'objet du suivi, l'Agence de l'Eau est disposée à financer les filtres compacts EPARCO à condition que ceux-ci soient dimensionnés sur une base de 0.6 m²/EH minimum. La nécessité de placer ce type de filière à l'aval d'un réseau séparatif neuf et pour ne traiter que des effluents strictement domestiques n'est pas remise en cause. Une note à l'attention des chargés d'affaires sera rédigée dans ce sens.

N.B. : si preuve peut être faite dans l'avenir de la capacité des filtres compacts à fonctionner sur 0.3 m²/EH, l'agence n'exclut pas de revoir ses conditions de financement.

La société EPARCO, quant à elle, poursuit ses efforts de recherche relatifs au fonctionnement des compteurs de débit, des dégrilleurs, des limiteurs de débit et de la FSTE.

ANNEXE 7

Compte rendu réunion du 28 Octobre 2008 « filtres à sable » - SIDESA



COMPTE RENDU REUNION DU 28 OCTOBRE 2008

« FILTRES A SABLE »

Présents : (cf. liste)

Excusés : Monsieur BLONDEL, Président du SIAEPA de Bretteville Saint Maclou

Présentation

Chaque élu des collectivités fait état de la situation concernant l'état des STEP de type filtres à sable situées sur son territoire.

La plupart de ces installations récentes, dysfonctionnent au point de présenter des risques environnementaux et sanitaires, rejets en fossé, en pâturage, en rivière (ex : rejet dans l'Andelle) ou de sécurité publique (débordement et déversement sur la chaussée).

Les élus ont entrepris des actions différant sur les moyens employés mais les résultats sont à une exception près, décevants.

Les moyens ont été ceux de la négociation ou de la procédure judiciaire.

Ainsi deux syndicats ont négocié, aboutissant à la prise en charge par les assurances des constructeurs et maîtres d'ouvrage de la remise en état. Dans l'un des deux cas, un an plus tard les deux stations concernées dysfonctionnent à nouveau malgré l'expérience acquise par le bureau d'étude, maître d'œuvre, concerné.

Un autre syndicat a entrepris une action en justice, sur l'incitation de l'Agence de l'eau, depuis plusieurs années, aboutissant après une mise en cause de l'expertise juridique par la partie adverse à l'établissement de celle-ci au prix de 50 000 €. Le comité syndical déplore aujourd'hui la mise de fonds dans cette expertise, jugeant qu'il aura été plus utile de l'investir dans une réhabilitation.

Par ailleurs, il ressort des réunions diverses et des expériences relatées par les élus que ni eux-mêmes, ni leurs maîtres d'œuvre, ni le SATESE, ni les divers experts convoqués ne sont en mesure de garantir la fiabilité du système « fosses toutes eaux – filtres », et ainsi plus personne n'y croit.

C'est donc un double problème qui est soulevé, celui de la technique et celui de l'efficacité de la procédure. Au-delà, c'est celui de la qualité du milieu récepteur qui se dégrade en attendant que des solutions voient enfin le jour. C'est aussi celui de la responsabilité des élus,

notamment des maires, mais aussi celui des pouvoirs publics impliqués dans la politique environnementale.

Questions :

- Comment les collectivités peuvent-elles sortir d'une situation de dysfonctionnement chronique d'installations mise en fonctionnement pour la plupart de moins de cinq ans et qui présentent un risque de pollution voire de pollution effective ?
- L'Agence de l'Eau pourrait-elle soutenir financièrement les collectivités devant faire face aux travaux engendrés par un système d'épuration qui ne fonctionne manifestement pas ?
- Faut-il réhabiliter les filtres à sable ou abandonner ce type de dispositif ?

Discussions :

→ Actuellement, la voie amiable étant tarie du fait de l'usure de cette procédure auprès des acteurs concernés, un certain nombre de syndicats engagent une procédure de référé – expertise devant le tribunal administratif. Cette procédure permet la nomination d'un expert dans un délai en principe rapide, si l'exemple du cas cité précédemment ne se reproduit pas. L'expert déterminera l'état de la station et les raisons possibles du dysfonctionnement. Cela permet de constituer un état des lieux. Plusieurs intervenants sont susceptibles d'être mis en cause dans la procédure juridique : le constructeur, le maître d'œuvre, l'exploitant. Les services de l'État sont concernés lorsque la maîtrise d'œuvre a été attribuée à la DDAF.

La procédure, à la charge du syndicat est onéreuse (de 25 000 à 50 000 €) et prend environ deux années. Le référé –expertise permet une expertise plus rapide que celle que produirait une procédure sur le fonds. Elle permet aussi d'interrompre le délai de prescription décennale et de permettre, une fois l'expertise terminée, la réalisation de travaux sans que ces derniers ne provoquent une disparition de preuves.

Pour que cette voie, qui va durer dans le temps, puisse être assez efficace, il conviendrait qu'une fois l'expertise achevée, les travaux puissent alors être programmés sans attendre la suite de la procédure.

→ Pour l'Agence de l'Eau cette réunion fournit l'occasion d'établir un état des lieux de la situation de ce type de STEP afin de trouver éventuellement une solution de financement. Le VIII ème programme prévoyait un système d'avances à condition qu'une démarche juridique ait été engagée. Il convient de vérifier que le IXème programme a prorogé cette disposition. A défaut, le subventionnement des reconstructions nécessiterait une décision du Comité de

Bassin. Si une aide de l'AESN était attribuée, elle serait subordonnée à l'engagement d'une procédure juridique menée à son terme.

→ Sur l'aspect technique, il semble que ce système d'épuration doit être abandonné. Ce système, dans les rares cas où il ne pose pas de difficulté est réalisé en gravitaire. A titre d'exemple, le syndicat de Cuy Saint Fiacre est propriétaire de trois STEP de ce type et la seule qui fonctionne est précisément en gravitaire

L'AESN partage l'avis technique des collectivités, du SATESE et du SIDESA quant à la nécessité d'abandonner le type de STEP « filtres à sable ». L'AESN ne pourra pas adresser de réponse aux collectivités sans disposer des informations sur l'état de ce type de STEP dans le département.

Le SIDESA précise que le schéma départemental d'assainissement collectif en cours doit définir des scénarii alternatifs dans un cadre de cohérence territorial et environnemental, ce qui pourra être utile aux perspectives dans le cas des STEP concernées.

Conclusions :

- L'intervention financière éventuelle de l'Agence de l'Eau pour la réhabilitation ou le remplacement des STEP de type filtres à sable est subordonnée à l'engagement d'une action en justice (éventuellement procédure de référé dans un premier temps, et nécessairement procédure au fond dans un second).
- Pour présenter la problématique à l'Agence de l'Eau, M. Filali doit disposer d'un récapitulatif des STEP concernées. Ce document doit mentionner à minima : le type de dispositif, l'année de mise en service, l'état de la procédure juridique, le nom du constructeur, la première année de dysfonctionnement, le type de dysfonctionnements, la capacité nominale, le montant estimé des travaux de réhabilitation.
- Le SIDESA va établir le document regroupant aussi largement que possible ces informations. Celui-ci sera envoyé aux collectivités d'ici le 18 novembre afin d'être complété en tant que de besoin. Les collectivités doivent renvoyer leurs observations au SIDESA le plus rapidement possible et fin novembre au plus tard. Le SIDESA procédera aux modifications et enverra ce tableau à l'Agence de l'Eau début décembre.
- La réponse de l'AESN pourrait intervenir, sous réserve du respect des délais précédemment cités au début de l'année 2009.

ANNEXE 8

*Analyse du document « Les filtres à zéolite en Assainissement Collectif :
Etat des lieux et analyse du fonctionnement » - J.L. Vassel*

Analyse du document « Les filtres à zéolithe en Assainissement Collectif : Etat des lieux et analyse du fonctionnement »

J'ai étudié le document Cemagref relatif aux filtres zéolithes, il s'agit d'un document qui constitue un travail statistique important réalisant une analyse détaillée des données fournies par les départements, et les Satese en particulier. On peut cependant émettre quelques critiques :

- Le rapport ne fait pas référence dans l'état de l'art aux autres documents, parfois récents qui ont été réalisés sur la technologie des filtres à zéolithe, notamment l'étude de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, voire même l'étude faite avec Eparco, si cette société l'autorise. C'est regrettable car les auteurs peuvent donner l'impression qu'ils considèrent que seule leur étude devrait être prise en considération. Je crois que pour des rapports sur des technologies de ce type, qui restent encore récentes et peu répandues, il faut rassembler autant que possible toutes les informations disponibles. Ceci est d'autant plus utile qu'il s'agit de données françaises, car parfois il est difficile de faire des comparaisons avec des données étrangères car les types d'eaux usées (quantité et qualité) et les pratiques d'assainissement peuvent être très différentes, ce n'est pas le cas ici.
- De manière similaire il est dommage que dans la présentation de l'art, la comparaison ne soit pas plus poussée avec les technologies du même type : filtres à sable, infiltration-percolation, à l'exclusion des filtres plantés, par exemple, qui sont mieux connus, mieux décrits et avec lesquels il n'y a pas de risque de confusion. Par contre pour les autres technologies il est souhaitable, selon moi, de bien définir les différentes variantes et leurs spécificités propres. Ainsi dans le document il est difficile, à mon avis, de voir ce qui distingue, en dehors du matériau lui-même, le filtre à sable du filtre à zéolithe. Or on sait que dans ce dernier cas par exemple c'est la totalité du volume qui est utilisée, alors que les filtres à sable (lents) ne sont réellement actifs que dans leur partie supérieure. Le bilan est fait sur les filtres zéolithes, mais il semble que d'autres installations : d'infiltration percolation, mais aussi de filtres à sable peuvent également poser des problèmes. Il serait donc important de préciser en quoi le diagnostic, mais plus encore les conclusions sont spécifiques aux filtres zéolithes ? Peut-on par exemple comparer les taux de dysfonctionnement des filtres à zéolithes à ceux des filtres à sable ?

-
- Enfin et c'est certainement le reproche principal qui peut être fait : on se demande pourquoi, arrivés par un traitement statistique sur des données non directement collectées par les auteurs eux-mêmes, ils n'envisagent pas de confirmer leurs conclusions en appliquant pour quelques installations la méthodologie que le Cemagref a lui-même élaborée pour le diagnostic des installations. Je fais mention au document « Les systèmes d'épuration par infiltration-percolation : présentation et diagnostic des dysfonctionnements » document Viteo-Cemagref. Il serait intéressant, avant de pouvoir valider les conclusions, de retourner sur le terrain pour quelques installations qui auraient été identifiées comme en dysfonctionnement mais non manifestement surchargées. En testant la méthodologie qui a été proposée, on pourra vérifier s'il elle est applicable et si elle confirme le diagnostic établi sur base de l'étude statistique, ou s'il faut nuancer ce dernier.
- Sans mettre en cause les tableaux de données et les graphiques du rapport on peut remarquer que certains éclaircissements seraient nécessaires, mais il est difficile de pousser l'analyse plus avant sans disposer des données brutes. Voici cependant quelques exemples :
 - P13 dernier paragraphe : médianes à 150 et 78 EH
 - P 31 pourquoi les filtres plantés de roseaux traitent-ils des effluents moins concentrés ? Est-ce parce que les eaux sont plus diluées ?, pourquoi ? Si c'est le cas, c'est normal alors d'avoir un besoin plus grand en surface.
 - Comment se fait-il que des stations qui disposent de limiteurs de débit puissent être surchargées hydrauliquement par rapport à la charge nominale ? à quelles valeurs de débits sont fixés les limiteurs ? fonctionnent-ils correctement ?
 - P 42 peut-on vérifier ? car la variance des systèmes en dysfonctionnement (pour la DCO) semble nettement plus grande sur le graphique.
 - P 44 figure 36. Ce graphique mérite un examen approfondi. Sachant que la conclusion finale du rapport sera que les stations en dysfonctionnement sont plus chargées hydrauliquement que les stations en bon fonctionnement. Or on voit sur le graphique que certaines stations en dysfonctionnement sont tout à fait dans la même gamme de charge hydraulique que les stations en bon fonctionnement. Inversement seulement 9 stations sont réellement au dessus de la charge nominale (ont-elles des limiteurs de débits ?) De plus peu de stations en dysfonctionnement ont des charges hydrauliques hors de la gamme des charges appliquées pour les

« bonnes » stations. Il est donc difficile d'imaginer que la charge hydraulique puisse être la seule explication....

- P 46 figure 37, On ne sait pas si les 5 step au-delà de la charge organique sont commune ou différentes avec celles de la p 44 où on a supprimé les 9 stations qui dépassent la charge nominale hydraulique... ?

- Enfin le rapport, en analysant les résultats communiqués par les exploitants, fait une « photographie » a un instant donné de l'état de la situation telle que perçue à travers l'analyse statistique des données transmises. Cependant il y a aussi un facteur « évolution dans le temps » qu'il serait intéressant de connaître. En effet pour les installations qui sont nettement en surcharge (hydraulique ou organique, ou les deux) il y a peu de chose à dire, sinon qu'il faudra les réhabiliter. Par contre il serait intéressant pour les stations non surchargées de façon manifeste et permanente, de voir si on constate une évolution dans le dysfonctionnement, de vérifier si on observe des symptômes précurseurs, ou de voir si les éventuelles interventions se sont avérées fructueuses. En d'autres termes est-ce que le dysfonctionnement, lorsqu'il apparaît, devient récurrent ou peut-on y remédier de manière durable ?

J-L VASEL
Professeur

ANNEXE 9

Les systèmes d'épuration par infiltration-percolation : Présentation et diagnostic des dysfonctionnements – VITEO et CEMAGREF

LES SYSTEMES D'EPURATION PAR INFILTRATION-PERCOLATION :**PRESENTATION ET DIAGNOSTIC DES DYSFONCTIONNEMENTS**

Jean-Marc NOURRY - Ingénieur ENSEIHT, Ingénieur Polytechnique Montréal, Expert près la Cour d'Appel de Rennes, Auditeur IHEDN - VITEO, 13, rue de la Monnaie - 35000 RENNES ; 25, rue Erlanger - 75016 PARIS ; N° TVA intracom. : FR94441916475 - N° SIRET : 441 916 475 00011 - APE : 742C

Pierre-Henri DODANE, Ingénieur Epuration des eaux, CEMAGREF, 3 bis quai Chauveau, 69336 Lyon Cedex 09

RESUME

Le traitement des eaux usées domestiques par infiltration-percolation est une technique alternative d'épuration relativement récente en France puisque la première installation remonte à 1981. Avec près de 25 ans de recul, cette filière arrive, aujourd'hui, à maturité. Après une présentation de la filière de traitement, ce document se propose de mettre l'accent sur les points sensibles du procédé et de formuler un ensemble de recommandations dès lors que des dysfonctionnements apparaissent.

MOTS CLES : ASSAINISSEMENT / EAUX USEES / EPURATION / INFILTRATION-PERCOLATION / FOSSE TOUTES EAUX / DECANTEUR-DIGESTEUR / FILTRATION / FILTRE SABLE / COLMATAGE / REGLEMENTATION

1. PRESENTATION

La France recense près de 36 500 communes. 85% de ces communes comptent moins de 2 000 habitants ce qui représente un total de 15 millions de personnes auxquels il faut rajouter 8 millions de vacanciers. Dans ces communes, la densité de population est faible, inférieure à 100 habitants par km².

Les particularités démographiques et foncières des collectivités rurales ont nécessité le développement de techniques adaptées à ce contexte.

L'épuration des eaux usées par infiltration-percolation est destinée aux collectivités de moins de 2000 équivalents-habitants (EH). Idéalement, ce système est optimisé pour des capacités maximales avoisinant les 500 équivalents-habitants (EH).

Cette technique d'épuration, développée aux Etats Unis dans l'après-guerre, n'est apparue en France que dans les années 80. L'infiltration-percolation est un bon moyen d'épurer les eaux des petites collectivités ainsi que des hameaux situés à l'écart des bourgs déjà assainis.

L'infiltration-percolation met en jeu à la fois des phénomènes physiques et des phénomènes biologiques.

L'infiltration-percolation est une filtration et une décomposition biologique aérobie des eaux usées sur un milieu granulaire, du sable par exemple.

La rusticité du traitement et la simplicité des ouvrages en font un moyen de traitement des eaux usées attractif, nécessitant une exploitation simple mais régulière.

2. MECANISMES EPURATOIRES

L'infiltration-percolation met en jeu trois grands mécanismes épuratoires :

- La filtration,
- L'oxydation,
- La décontamination.

La filtration : pour l'élimination des matières en suspension

Les matières en suspension (MES), et par conséquent une partie de la pollution organique, sont filtrées sur les premiers centimètres du filtre. Cette filtration mécanique est directement liée à la finesse de la granulométrie du matériau, qui ne doit pas, toutefois, empêcher l'écoulement. La filtration superficielle permet aussi de retenir une part des micro-organismes pathogènes.

L'oxydation : pour la dégradation des matières organiques dissoutes et en suspension

Le milieu granulaire, constitué de sable, de zéolithe, ou de pouzzolane, est le lieu d'une intense activité biologique. Les bactéries vont se fixer sur les particules solides et oxyder la pollution. La pollution organique est consommée et transformée en CO₂ et en chaleur. La pollution azotée, ammoniacale et organique, est transformée, par un processus de nitrification, en nitrate. Ce processus de nitrification est caractéristique du bon fonctionnement.

Les réactions d'oxydation nécessitent beaucoup d'oxygène. C'est cet oxygène, contenu dans les pores du milieu granulaire qui est consommé.

L'ajustement du renouvellement de la phase gazeuse passe par une optimisation des phases d'alimentation et de repos des filtres et par le séquençage de leur alimentation. La présence de l'oxygène, en quantité suffisante, est primordiale à un bon fonctionnement du système.

La décontamination : fonction de l'épaisseur des massifs

Les micro-organismes contenus dans l'effluent sont éliminés par filtration mécanique, par adsorption et par dégradation microbienne. L'efficacité de cette décontamination dépend majoritairement du temps de séjour dans le massif filtrant et de la granulométrie du matériau.

3. DESCRIPTION DE LA FILIERE

Une filière d'épuration par infiltration-percolation est classiquement constituée des équipements suivants :

- Un déversoir d'orage (facultatif)
- Un dégrilleur (facultatif pour les stations non soumises à déclaration, habituellement < 200 EH)
- Une fosse toutes eaux ou un décanteur digesteur
- Un préfiltre (facultatif)
- Un système d'alimentation des filtres
- Des massifs d'infiltrations

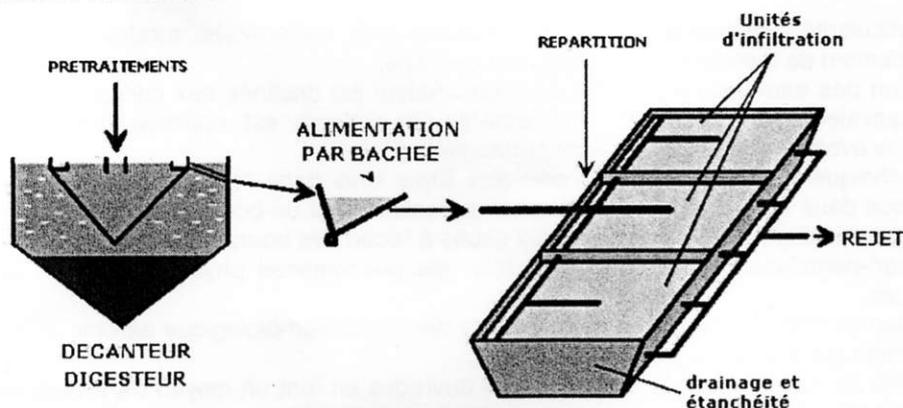


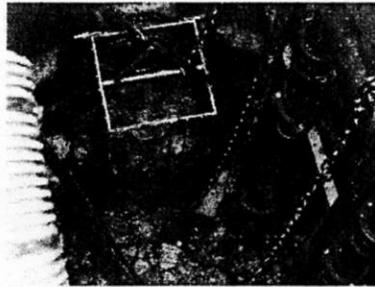
Schéma de principe d'une filière d'infiltration percolation
(Source Office International de l'Eau / CNFME/ Limoges)

Un déversoir d'orage (facultatif)

La surcharge hydraulique, souvent liée aux apports météoriques, est un des facteurs limitant dans le processus d'infiltration-percolation qui ne doit traiter que les apports dits de temps sec. Le déversoir d'orage permet de dériver les eaux de pluie hors de la filière de traitement. Cette sécurité n'est cependant pas indispensable au bon fonctionnement de la filière.

Un dégrilleur (facultatif)

Le dégrillage permet de débarrasser l'effluent des objets importants qu'il contient. Le dégrillage limite l'encrassement des canalisations ainsi que la surface des filtres des matières grossières, souvent non biodégradables. Le dégrillage limite aussi le développement des odeurs. Force est de constater que peu de stations en sont équipées.



Le dégrilleur : un équipement trop peu souvent installé (Photo de l'auteur)

Une fosse toutes eaux ou un décanteur digesteur : le premier étage de traitement

L'effluent est prétraité par une fosse toutes eaux (FTE) ou un décanteur digesteur. Le choix entre la fosse toutes eaux et le décanteur digesteur dépend principalement de la capacité de la station. En deçà de 150 équivalents-habitants (EH), la fosse toutes eaux apparaît comme le choix optimum, au-delà le décanteur digesteur est plus adapté.

Il est indispensable de prévoir, à échéance régulière, une vidange de cet ouvrage de prétraitement. La fréquence des vidanges est préconisée par les constructeurs. A l'usage, les exploitants constatent cependant que la périodicité annoncée n'est pas toujours réaliste.

Un préfiltre (facultatif)

Le rôle du préfiltre est de retenir les particules qui seraient entraînées, par les remontées de gaz, du premier étage vers les filtres.

Un système d'alimentation des filtres

Cet ouvrage délivre le volume d'eau nécessaire à la répartition de l'effluent sur la totalité des filtres tout en évitant de les surcharger. L'alimentation par bâchée, dite syncopée, alterne des phases d'alimentation, quelques minutes et des phases de repos, quelques heures. Cette alternance améliore l'oxygénation des massifs filtrants par les échanges convectifs d'air engendrés.

La réoxygénation du massif est également assurée, entre deux bâchées, par les échanges diffusifs gazeux entre l'atmosphère et les interstices du matériau lorsque la plage d'infiltration est dénoyée.

Des massifs d'infiltration : le cœur du traitement

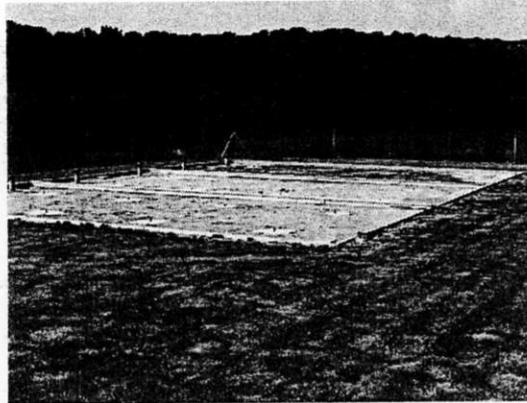
En règle générale, le massif filtrant est divisé en trois parties permettant un roulement de plusieurs jours entre les phases d'alimentation et de repos de ces massifs. Trois parties permettent une durée de repos double de celle d'alimentation, ce qui contribue à empêcher le sur-développement de la biomasse épuratrice.

Le dimensionnement des filtres varie en fonction des matériaux mis en œuvre (sable, zéolithe, ...) et du type de filtre retenu (filtre découvert, enterré, compact, ...).

Dans chaque configuration, il existe un optimum entre la surface de filtration et la nature des matériaux.

Des dimensionnements types sont proposés dans le rapport N°22 de le FNDAE (Fond National pour le Développement des Adductions d'Eau).

Cependant, en l'état actuel des connaissances, il apparaît que la mise en place de filières compactes aboutit nécessairement à des filières fragiles voire inadaptées.



Filtre à sable ouvert (Photo de l'auteur)

L'infiltration percolation est un système rustique bien adapté au monde rural.

Les systèmes d'épuration de type infiltration percolation présentent l'avantage d'une gestion simple et de bonnes performances épuratoires. En revanche, ces systèmes sont sensibles au colmatage physique et biologique. Ces colmatages doivent être absolument évités sous peine de rendre le filtre impropre à sa destination.

La régulation du taux de biomasse au sein des massifs filtrants, notamment par la gestion des périodes d'alimentation et de repos des filtres, est l'élément prépondérant dans la prévention du colmatage. Cependant cette gestion va être dépendante de paramètres physiques et biologiques (matériau mis en oeuvre, charges surfaciques apportées, ...)

4. ETAT DES CONNAISSANCES

Le colmatage va réduire la porosité utile des matériaux, conduisant à modifier les vitesses d'écoulement et de transfert d'oxygène au sein du massif. Le colmatage doit être contenu pour maintenir les conditions de perméabilité et d'oxygénation nécessaires au bon fonctionnement et à la pérennité du filtre.

Le CEMAGREF (Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement) a étudié la nature des différents colmatages ainsi que leur influence sur le fonctionnement des filtres. Le colmatage se divise en trois grandes catégories :

- un colmatage physique dû au dépôt des matières en suspension (MES),
- un colmatage biologique induit par la croissance de la flore bactérienne,
- un colmatage chimique lié à la précipitation et au dépôt de sels (négligeable),

Colmatage physique

Le colmatage physique, aussi appelé superficiel, est lié à l'accumulation de dépôts organiques à la surface du filtre. Les particules les plus fines sont bloquées entre les pores des matériaux. Plus le matériau est grossier, plus les matières pénétreront profondément. Le colmatage sera retardé mais plus épais.

Le seul moyen de résorber le colmatage superficiel est le séchage de la plage d'infiltration et le ramassage du dépôt. La prévention du colmatage superficiel passe par l'interruption périodique du fonctionnement des massifs filtrants permettant la minéralisation des matières organiques.

Colmatage biologique

Le colmatage biologique est engendré par l'occupation de la porosité du matériau par la biomasse et les sous-produits issus du métabolisme bactérien. Si la production de boue devient supérieure au taux de décroissance de la biomasse, ou si l'alternance des phases d'alimentation et de repos n'est pas correctement gérée, il apparaît une accumulation de boue.

Si des conditions anaérobies surviennent même localement, en raison notamment de surcharges hydrauliques, le métabolisme microbien engendre alors la production de composés responsables de l'obstruction des pores. De tels composés sont plus difficilement biodégradables et très peu perméables à l'eau.

La gestion du colmatage biologique recourt aux mêmes méthodes que pour le colmatage physique. L'arrêt de l'alimentation interrompt le flux de substrat organique et donc le développement de bactéries hétérotrophes.

Le colmatage physique peut engendrer un colmatage biologique dans le cas d'une superposition inadaptée de couches de granulométries différentes ou de l'interposition d'un film synthétique inadapté entre deux couches de matériaux.

L'évaluation du colmatage des systèmes poreux est complexe. Cependant, toutes les études mettent en évidence l'importance des phases de repos ainsi que des rythmes d'alimentation sur l'accumulation de matière organique au sein du massif.

Les approches par modélisation de ces systèmes ne sont pas, actuellement, satisfaisantes et donc rendent difficiles tous pronostiques concernant la durée de vie des systèmes.

A cela s'ajoute un manque crucial d'outils permettant de juger de l'état de colmatage des systèmes et donc de pouvoir définir les modes de gestion à mettre en oeuvre pour éviter ces colmatages.

5. DIAGNOSTIC D'UN SYSTEME D'EPURATION PAR INFILTRATION-PERCOLATION

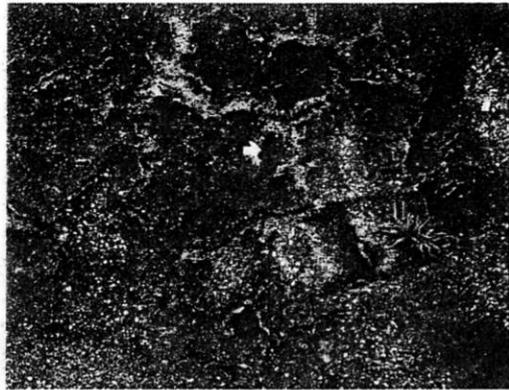
Le nombre de dysfonctionnements constatés des stations d'infiltration-percolation est croissant.

Cela est dû, non seulement au vieillissement du parc de stations, près de 25 ans pour les plus anciennes, mais aussi à la montée en puissance de la capacité des stations. Aujourd'hui, beaucoup d'entre elles arrivent à leur capacité nominale.

Face à ce constat, il apparaît intéressant de proposer une méthodologie d'étude afin de cerner, au mieux, les origines des désordres et de définir les améliorations nécessaires à la réhabilitation de la station.

La plupart du temps, les dysfonctionnements sur les filtres se constatent visuellement de la manière suivante :

- Manque d'évacuation de l'effluent, celui pouvant aller jusqu'à « stagner » entre deux bâchées,
- Ecoulements préférentiels au niveau du système de répartition, créant souvent des zones surchargées, de couleur sombre, en surface des filtres.
- Développement bactérien anaérobie au niveau de l'exutoire.



Colmatage de surface (Photo J.M. Nourry)



Développement bactérien en sortie de station (Photo J.M. Nourry)

Les analyses, en sortie de station, confirment souvent la médiocre qualité du traitement. Le colmatage est un phénomène physique et biologique. Ses répercussions ne sont donc pas immédiates.

Les désordres apparaissent, le plus souvent, quelques années après la mise en eau de la station, alors même que la station a été réceptionnée sans réserve.

La méthodologie proposée ci-dessous permet d'appréhender la station dans sa globalité et de cerner les différents paramètres à l'origine des désordres.

Le diagnostic se décompose en trois étapes :

- vérification de la conformité des charges reçues avec les charges prévues, et de la présence des organes de sécurité
- vérification du bon dimensionnement des étages de traitement au regard de l'objectif de rejet du CCTP et des règles de l'art
- appréciation du soin porté à l'entretien

Conformité entre charges prévues et reçues

a. Le type de station

Les différents organes de la station seront étudiés. La présence ou non de déversoir d'orage, de dégrilleur ou du préfiltre sont des informations importantes, susceptibles d'orienter l'expert dans la recherche des désordres.

b. Les charges reçues en tête de station

Il est important que la charge réellement entrante corresponde au plus à la charge nominale définie dans le CCTP.

Les charges se décomposent en une charge organique et une charge hydraulique.

La charge organique est définie par le nombre de personnes réellement raccordées auquel il faut rajouter toutes les autres sources d'apport (artisanat, restauration, école, petites industries agroalimentaires ...).

A une charge organique correspond nécessairement une charge hydraulique.

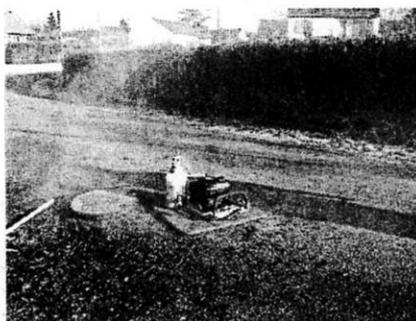
Au-delà de la charge hydraulique d'un effluent urbain standard, il est indispensable de quantifier les eaux claires parasites collectées dans le réseau.

Les eaux claires parasites sont des eaux peu chargées provenant soit des eaux pluviales soit des nappes. Ces eaux claires parasites, en trop grande quantité, déséquilibrent le fonctionnement de la fosse toutes eaux ou du décanteur-digesteur, ce qui dégenère le traitement, et diminue la possibilité d'aération des filtres.

Une simple observation piézométrique, ou la mesure des hauteurs d'eau dans les puits, permettent, en association avec la configuration géographique du site, à moindre coût, d'avoir une idée de l'existence potentielle d'infiltration d'eau dans le réseau.

L'étude de la pluviométrie permet de quantifier l'impact des eaux claires météoriques sur le débit arrivant en tête de station.

Les tests à la fumée sont alors préconisés. Les branchements des gouttières sont étudiés par l'injection d'un colorant.



Test à la fumée sur un réseau séparatif (Photo J.M. Nourry)

Enfin, une inspection nocturne des réseaux permet de diagnostiquer la présence d'eaux claires parasites permanentes arrivant en tête de station.

Les charges hydrauliques entrées peuvent être appréhendées quand la station est muni de compteur (Temps de fonctionnement des pompes de relèvement, comptage des basculements de bâchées ...).

Il est important de constater que la présence d'eaux claires est inévitable, et ce même dans un réseau séparatif. Lorsqu'elles ne sont pas quantifiées dans le CCTP, l'entrepreneur devrait en tenir compte dans des proportions réalistes et précisées dans son marché.

Eléments nécessaires à l'étude de la filière de traitement :

Présence d'un déversoir d'orage	
Présence d'un dégrilleur	
Présence d'un préfiltre	
Nature du prétraitement	Fosse toutes eaux Décanteur-digesteur
Charge hydraulique	Nombre de raccordés
	Volume d'eau potable distribué
	Eaux claires parasites
	Eaux claires météoriques
Etanchéité du réseau	Test à la fumée
	Test au colorant
Charge organique	Nombre de raccordés
	Restauration collective
	Artisanat
	Autre
Niveau de traitement exigé	

La difficulté de cette estimation réside dans la variabilité des paramètres hydrauliques, ce qui peut rendre utile l'interrogation de la mémoire collective de la commune.

Dimensionnement de la station

a. Le niveau de traitement

Le niveau de rejet est souvent fixé par arrêté préfectoral. Il est déterminé en fonction de la vulnérabilité et des usages du milieu récepteur. Il est précisé dans le CCTP. Il doit être nécessairement atteignable avec le système épuratoire mis en œuvre. Des dimensionnements types pour des filières de conception classique sont proposés dans le document N°22 de la série FNDAE.

b. Traitement primaire

Le dimensionnement théorique de la fosse toutes eaux ou du décanteur-digesteur sera vérifié notamment au regard du temps de stockage des matières et du taux de rétention voulu.

La structure de l'ouvrage et l'agencement des canalisations d'arrivée et de départ doivent être vérifiés.

Si la hauteur des boues dans l'ouvrage est importante. Il convient de valider ou non le risque de départ de ces boues sur les filtres et éventuellement de préconiser une augmentation de la fréquence des vidanges.

c. Répartition hydraulique de l'effluent

Souvent non présenté dans les notes de calcul du CCTP, ce système doit présenter un volume et une pression d'eau suffisante pour répartir l'effluent uniformément sur toute la surface du filtre.

A ce stade, l'observation visuelle reste la solution la plus fiable.

La fiabilité du système peut être appréhendé en interrogeant le personnel chargé du suivi de la station.

d. Massifs d'infiltration

Il s'agit de vérifier, pour les procédés répertoriés dans le FNDAE 22, les surfaces, profondeurs, type d'intercouche et caractéristiques du matériau filtrant.

Pour les filtres non répertoriés, il est indispensable de raisonner par similitude en prenant en référence les caractéristiques de porosité des matériaux filtrants.

La perméabilité et la porosité sont des caractéristiques physiques qui représentent la facilité qu'a un matériau à permettre le transfert de l'effluent au travers du massif. La Loi de Darcy permet de relier un débit à un gradient de pression appliqué au fluide grâce à un paramètre caractéristique du milieu traversé.

Cette approche, bien que simpliste, offre dans le cadre d'une expertise les éléments suffisants à la validation du bon dimensionnement des filtres. Sur des technologies récentes, il apparaît que le sous-dimensionnement des filtres entraîne un colmatage dès lors que la charge collectée dépasse 50 % de la charge nominale.

On peut en premier lieu observer la granulométrie du matériau mis en œuvre, ce qui donne un aperçu de la perméabilité. Dans un second temps il peut être réalisé une analyse granulométrique et ce malgré un coût souvent prohibitif.

L'observation sur le terrain permet de valider la nature des différentes strates du massif et la présence ou non d'un géotextile.

La couleur noirâtre au sein du massif confirme la présence d'une biomasse anaérobie un fonctionnement anaérobie caractéristique d'un dysfonctionnement.

e. La qualité du rejet

Un bilan 24 heures permet d'avoir une analyse fine de la qualité des rejets. Ce bilan 24 heures sera complété par des mesures effectuées à chaque étage du traitement afin de vérifier le bon abattement de la pollution sur chaque organe de la station.

Éléments nécessaires à l'analyse technique de la station

Dimensionnement du traitement primaire	Validation théorique
	Abattement constaté
	Observation du niveau de boue
Répartition hydraulique de l'effluent	Validation visuelle et première approche théorique
	Absence de zone préférentielle
Dimensionnement des massifs d'infiltration	Validation théorique
	Abattement constaté
	Nature des matériaux
	Présence d'un géotextile, d'une géogrille ou d'une couche de gravier de transition
	Analyse visuelle : caractéristiques granulométriques des matériaux et couleurs de la biomasse
	Analyse granulométrique ou de perméabilité
Qualité du rejet	Observation visuelle
	Analyse en sortie de station

Appréciation du niveau d'exploitation de la station

L'infiltration-percolation est un système rustique qui nécessite de la rigueur dans son exploitation quotidienne.

La rotation des filtres doit être scrupuleusement suivie par l'agent d'exploitation.

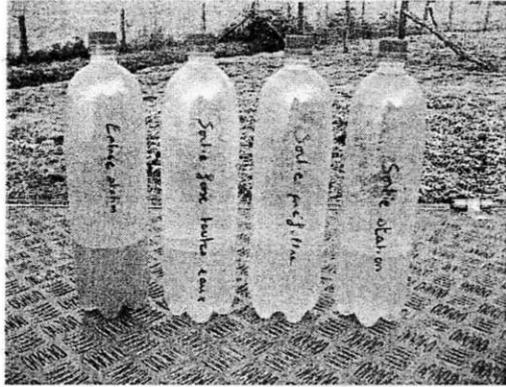
Concernant les filtres non couverts, il est impératif d'effectuer, après le séchage des filtres, un raclage superficiel, au râteau, puis de procéder à l'évacuation des dépôts. Le bêchage du massif amène à enfouir la couche de dépôt dans les premiers centimètres du matériau et augmente, de fait, le risque de colmatage.

Il apparaît cependant que, dans les collectivités rurales, les opérations de maintenance ne sont pas enregistrées de manière exhaustive par l'exploitant dans les cahiers de maintenance. Ce manque de formalisme est souvent à l'origine, lors des expertises, de désaccord entre les parties.

Éléments nécessaires à l'appréciation du niveau d'exploitation de la station

Présence d'un carnet d'entretien	Validation des rotations de filtres
	Périodicités de ces rotations
	Archivage d'un comptage de débit
Appréciation de la maintenance quotidienne	Validation des niveaux de boues
	Validation des écoulements
	Respect des préconisations constructeur
Fréquence des vidanges	Date de la dernière vidange
	Condition de la vidange
Qualité de l'entretien général	

L'étude des désordres concernant le colmatage des massifs d'une station de type infiltration percolation nécessite une approche globale de l'unité de traitement.



Abatement de la pollution à chaque étape de traitement (Photo J.M. Nourry)

Loin d'être exhaustive, la méthodologie proposée ci-dessus passe en revue les différents facteurs influents sur son fonctionnement.

L'infiltration-percolation est une filière d'assainissement bien adapté à l'épuration de communes rurales et ce sous certaines conditions : une bonne conception, un bon suivi, un entretien régulier.

Le maître d'ouvrage a la possibilité d'agir sur la surveillance et la maintenance des ouvrages et sur la conformité des raccordements. Il est cependant totalement impuissant sur le dimensionnement initial proposé et garanti par le constructeur. Une station sous dimensionnée s'adapte mal aux conditions réelles de fonctionnement et plus particulièrement de fonctionnement des réseaux.

Dès lors qu'il apparaît un dysfonctionnement, il est nécessaire d'étudier la filière dans sa globalité, du réseau à l'exutoire. La station est disséquée étage de traitement par étage de traitement et l'abatement de la pollution est défini pour chaque ouvrage. Les eaux claires parasites et météoriques, arrivant en tête de station, sont quantifiées et leur impact, sur le prétraitement, étudié.

Au-delà du coût certain lié aux nombreuses analyses, seule cette dissection méthodique permettra à l'expert, de définir, en toute objectivité, les origines et les causes des désordres.

LEXIQUE

Aérobie	Se dit d'un milieu contenant de l'oxygène
Anaérobie	Se dit d'un milieu ne contenant pas d'oxygène
Bâchée	Une bâchée représente le volume d'eau déversé séquentiellement sur les massifs filtrant lors des phases d'alimentation
DCO	La Demande Chimique en Oxygène (DCO) représente la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la totalité des matières contenues dans les eaux usées, qu'elles soient biodégradables ou non.
DBO	La Demande Biochimique en Oxygène (DBO) représente la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour qu'ils puissent oxyder les matières biodégradables.
DCO/DBO	Le rapport DCO/DBO représente la biodégradabilité d'un effluent. Pour un effluent urbain, ce ratio est voisin de 2. La DBO est toujours inférieure à la DCO
MES	Les Matières En Suspension (MES) sont des particules non dissoutes qui contribuent à diminuer la transparence de l'eau.
Rendement épuratoire	C'est la proportion de pollution éliminée par la station d'épuration.
Equivalent-habitant (EH)	C'est la quantité de matières polluantes réputée être produite quotidiennement par une personne. Cette unité de mesure permet de comparer facilement des flux de matières polluantes.
Micro-organismes pathogènes	Organismes microscopiques susceptibles de rendre malade les personnes ou les animaux.

BIBLIOGRAPHIE

Agences de l'eau et Ministère de l'Environnement, 1991, Etude inter agence N°7, Etude préliminaire à l'implantation des dispositifs d'épuration par infiltration-percolation.

Agences de l'eau et Ministère de l'Environnement, 1993, Etude inter agence N°9, Epuration des eaux usées urbaines par infiltration percolation : état de l'art et étude de cas.

Conseil Général de la Seine Maritime et Conseil Général de l'Eure, 2001, Epuration domestique des eaux usées par filtration sur sable : prescriptions et recommandations pour la conception et la réalisation.

FNDAE, CSTB, CEMAGREF, 1997, Document technique N°22, Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités. (www.cemagref.fr - www.fndae.fr)

Circulaire n°97-31 du 17 février 1997 relative à l'assainissement collectif de communes-ouvrages de capacité inférieure à 120 kg DB05/jour (2000 EH)