

PEYRAUT Typhaine

**Rapport de stage à destination  
de l'Agence de l'eau Adour-Garonne**

***État de l'art sur la technique  
« filtres plantés de roseaux » pour  
l'épuration domestique en Adour-Garonne.***

***Focus sur les filtres plantés de roseaux en  
zone de montagne***



AGENCE DE L'EAU  
**ADOUR-GARONNE**

ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTERE  
DU DEVELOPPEMENT DURABLE

## Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier mes responsables de stage Jocelyne DI MARE (Expert au service intervention) et Myriam MAS (chargée d'études) pour m'avoir offert un stage et pour leur prévenance, leur aide et leurs conseils avisés tout le long de celui-ci.

Je remercie également M. Nicolas BOURETZ directeur du Département des Collectivités Territoriales pour m'avoir acceptée dans son service.

Un grand merci tout particulièrement à Jean-Pierre SERRANO, Sébastien BOSVIEUX, Benoît BATIGNE, Benoît LEBERTRE, Franck THOMAS du service Aide à la Performance Epuratoire pour le temps qu'ils m'ont consacré pour la maîtrise d'AEAG web et les requêtes qu'ils m'ont préparées.

Je tiens à remercier Bernadette MAUVAIS, Carmen BILHERAN et Catherine DANKOVIC de l'unité de documentation qui m'ont permis de réunir la bibliographie nécessaire à mon étude.

Je remercie aussi Christophe RAMBEAU, chargé de mission Montagne de la délégation de Pau pour ces informations précieuses et sa carte sur la loi montagne qui m'ont grandement servi.

Merci à Régis HAUBOURG, Administrateur de données géographiques, pour ses conseils et son aide pour la constitution de la base de données MapInfo.

J'adresse ma reconnaissance à toutes les personnes du service DCT et toutes celles que j'ai côtoyé durant ces 6 mois pour leur aide, leurs conseils, leurs soutiens, leur écoute et leur bonne humeur : Bernard JAYET, Sandrine AGUT, Eric PECHERAND, Valérie ROCHETTE, Lauriane BOULP, Sophie OLIVIER, Agnès CHEVREL, Dominique CUAZ, Yamina MENADI, Martine FLAUJAC, Carine LELONG, Edmond PECHMEZAC, Michèle BERGERON, Eliane LE ROUZES, Joël BOURDERIOUX et Claire TOURNOUD.

Je remercie de façon générale toutes les personnes qui ont bien voulu me faire partager leur expérience pour cette étude (SATESEs, constructeurs et exploitants).

# SOMMAIRE

Remerciements.....	2
Liste des figures .....	4
Liste des tableaux .....	4
Liste des Abréviations.....	5
Glossaire .....	5
Introduction.....	6
I. Les filtres plantés de roseaux sur le bassin Adour-Garonne .....	7
A. Principe d'épuration des filtres plantés de roseaux.....	7
1. Les Filtres Plantés de Roseaux à écoulement Vertical .....	8
2. Les Filtres Plantés de Roseaux à écoulement Horizontal.....	8
B. Méthodologie .....	9
1. La compilation des données.....	9
2. Consolidations des données .....	10
C. Les filtres plantés de roseaux sur le bassin Adour-Garonne .....	11
1. Répartition des filtres plantés de roseaux sur le bassin .....	12
2. Répartitions des FPR par département.....	12
3. La répartition des constructeurs.....	14
D. Constitution de l'échantillon des stations visitées.....	16
E. Conclusion de la caractérisation du bassin Adour-Garonne .....	16
II. Les différentes conceptions de filtres plantés de roseaux .....	17
A. Techniques rencontrées en Adour-Garonne : Equipements, conception exploitation.....	17
1. Prétraitement.....	18
2. Les ouvrages de bâchées.....	20
3. Les types de répartitions rencontrés .....	22
4. Les différentes configurations de filtres .....	23
B. Cas particuliers .....	24
1. Dimensionnement pour les variations de charge .....	24
2. Cas des campings .....	26
3. Cas des FPR à un seul étage .....	27
4. Cas du traitement du phosphore par FPR.....	28
C. Modes d'alimentations des filtres.....	29
D. L'exploitation générale de la station .....	31
1. Fréquence d'alimentation.....	31
2. Le faucardage .....	31
3. Le désherbage des espaces verts et des filtres.....	32
4. Le curage .....	32
5. Fréquence de l'entretien.....	33
III. Les filtres plantés de roseaux en zone de montagne .....	34
A. Méthodologie .....	34
B. Caractérisation des filtres plantés de roseaux sur le bassin .....	35
C. Retour d'expérience .....	36
1. La bibliographie.....	36
2. Les visites .....	36
3. Cas de la Lozère : préconisation du SATESE.....	37
4. Conclusion sur les filtres plantés de roseaux en zone de montagne.....	38
Conclusion .....	39
Bibliographie.....	40
Annexes .....	42

## Liste des figures

Figure 1 : domaine de capacité de différentes filières de traitements (FNDAE n°22) .....	7
Figure 2 : coupe transversale d'un FPR à écoulement vertical (Groupe Macrophytes 2005).....	8
Figure 3 : coupe transversale d'un FPR à écoulement horizontal (Groupe Macrophytes 2005) .....	9
Figure 4: nombre de filtres plantés de roseaux mis en service par année sur le bassin Adour-Garonne.....	11
Figure 5: répartition des filtres plantés de roseaux par gamme de capacité (en EH).....	12
Figure 6 : répartition du nombre de filtres plantés de roseaux par départements .....	13
Figure 7 : pourcentages des EH traités par les FPR par départements par rapport au FPR du bassin.....	13
Figure 8 : nombre de FPR par constructeur .....	15
Figure 9 : pourcentage d'EH traités par constructeur .....	15
Figure 10 : synoptique d'une station par filtre planté de roseaux .....	17
Figure 11 : composition d'un FPR à 2 étages (Cemagref, 2007).....	23
Figure 12 : rampes d'alimentation du deuxième étage de traitement (Burdignes le 24/04/2006, source Evaluation du procédé Rhizostep®, Cemagref 2008) .....	23
Figure 13 : conception d'un bi-filtre® (Cemagref2011).....	23
Figure 14 : différentes types d'alimentations d'un FPRH (cemagref, 2005).....	23
Figure 15 : différentes configurations pour le traitement de l'azote (Cemagref, 2007).....	23
Figure 16 : FPR à 1 étage avec recirculation.....	27
Figure 17 : FPRH garnie d'apatite (présentation epnac, 2010) .....	28
Figure 18 : rampe posé sur le lit (Pomarez).....	29
Figure 19 : procédés Régul'Fluide * .....	29
Figure 20 : station de Bonrepos sur Aussonnelle .....	29
Figure 21 : station de Lugaïnac .....	29
Figure 22 : installation pour un bilan 24h par le SATESE 24 (Saint Amand de Coly) .....	30

## Liste des tableaux

Tableau 1 : décomposition de la catégorie « mal renseigné ».....	14
Tableau 2 : les dégrilleurs, préconisations, avantages et inconvénients .....	19
Tableau 3 : fonctionnement des ouvrages de bâchées.....	20
Tableau 4 : avantages et inconvénients des différents ouvrages de bâchées .....	21
Tableau 5 : avantages et inconvénients des types de répartitions .....	22
Tableau 6 : détermination de la population équivalente et du dimensionnement du filtre .....	25
Tableau 7 : bases de dimensionnement en fonction de la variation de charge pour le 1 <sup>er</sup> étage d'un FPRV .	25
Tableau 8 : différentes configurations de filtres garnis d'apatite .....	28
Tableau 9 : avantages et inconvénients des périodes de faucardage.....	31
Tableau 10 : fréquence des tâches d'entretien sur d'un filtre planté de roseaux .....	33
Tableau 11 : nombre de FPR en fonction de l'altitude en Adour Garonne .....	35
Tableau 12 : nombre de FPR en fonction des précipitations de neige en mm (altitude supérieure à 200 m dans le territoire de montagne) .....	35
Tableau 13 : critères de détermination pour un FPR en zone de montagne .....	36
Tableau 14 : Préconisation de conception / réalisation et exploitation du SATESE de Lozère .....	37

## Liste des Abréviations

AEAG : Agence de l'Eau Adour-Garonne  
APE : Aide à la Performance Epuratoire  
CCTP : Cahier des Clauses Techniques et Particulières des filtres plantés de roseaux (Avril 2007)  
Cemagref : organisme de recherche spécialisé en sciences et technologies pour l'environnement  
CH : Charge Hydraulique  
CRIIRAD : Commission de Recherche et d'Information Indépendante sur la RADioactivité  
CU : Coefficient d'Uniformité  
 $d_{10}$  : diamètre théorique de la maille d'un tamis laissant passer 10 % du poids  
DBO<sub>5</sub> : Demande Biochimique en Oxygène sous 5 jours  
DCO : Demande Chimique en Oxygène  
DCT : Département des Collectivités Territoriales  
dep : département  
EH : Equivalent Habitant (60 g de DBO<sub>5</sub>, 135 g de DCO, 9,9 g de N, 3,5 g de P, 80 g de MES)  
EPNAC : groupe de travail sur l'Evaluation des Procédés Nouveaux d'Assainissement des petites et moyennes Collectivités  
FPR : Filtre Planté de Roseaux  
FPRH : Filtre Planté de Roseaux à écoulement Horizontal  
FPRV : Filtre Planté de Roseaux à écoulement Vertical  
g : gramme  
hab. : habitant  
Lib. : Libellé  
m : mètre  
Max : Maximum  
MES : Matières En Suspension  
Min : Minimum  
Moy : Moyen  
N : Azote  
NG : Azote Global  
NTK : Azote Kjeldahl  
P : Phosphore  
PDM : Programme De Mesure  
RM&C : Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse  
SATESE : Service d'Assistance Technique aux Exploitants de Station d'Epuration  
SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

## Glossaire

Gabion d'alimentation : zone entre la berge et le filtre à écoulement horizontal contenant des pierres empilées permettant l'infiltration des eaux usées dans le filtre.

Dispositif anti-affouillement : dispositif empêchant aux eaux usées arrivant sur les filtres plantés de roseaux de creuser les lits d'infiltration et ainsi de créer une répartition homogène des eaux.

## Introduction

Le bassin Adour-Garonne est un territoire à dominante rurale et par conséquent compte un grand nombre de petites stations d'épuration. Les maîtres d'ouvrage des petites collectivités sont de plus en plus séduits par les technologies rustiques, tel que le filtre planté de roseaux (60% des dossiers d'aide depuis le début du 9<sup>ème</sup> programme d'intervention), qui ont l'avantage d'être moins coûteuses en investissement et en fonctionnement et sont simples à l'exploitation. Toutefois, un bon fonctionnement de l'installation passe par le respect de certaines règles de conception, de réalisation et d'exploitation.

La filière filtre planté de roseaux, encore récente, est toujours un sujet d'études et de recherche. Les règles de dimensionnement ne sont pas figées comme aime à le rappeler le Cemagref. Son évolution dépendra du retour d'expérience. Par exemple, la recherche ne s'est que peu penchée sur les filtres en zone de montagne ou sur la problématique de la taille des roseaux (faucardage).

C'est dans ce contexte que le service Intervention du Département des Collectivités Territoriales m'a confié la réalisation d'un état de l'art sur ce procédé en fort développement et ainsi de fournir des outils techniques aux délégations de l'Agence de l'eau.

Par ailleurs, l'un des nouveaux enjeux du SDAGE (2010-2015) est notamment la prise en compte de la spécificité montagne en Adour-Garonne. C'est pourquoi, l'une de mes missions complémentaires a été de proposer une méthode de sélection de filtres en zone de montagne en vue d'une étude en projet avec le Cemagref.

Après une rapide présentation de l'Agence de l'eau Adour-Garonne et de son territoire, le procédé filtre planté de roseaux sur le bassin sera décrit et le parc d'ouvrages d'épuration correspondant sera caractérisé. Puis, sur la base d'une recherche bibliographique et de visites de terrain, un état de l'art de la filière sera réalisé. Enfin, une méthodologie de sélection de sites potentiels pour l'étude « filtres plantés de roseaux en zone de montagne » sera proposée, complétée par les premiers retours d'expérience issus de visites et de différents contacts.

## I. Les filtres plantés de roseaux sur le bassin Adour-Garonne

### A. Principe d'épuration des filtres plantés de roseaux

Le filtre planté de roseaux est une technique de traitement des eaux par culture biologique fixée sur support fin. C'est une technique extensive qui correspond bien à la gamme de capacité de 50 à 2 000 EH (figure 1) mais qui peut être retrouvée pour des capacités plus importantes si la commune dispose de l'espace nécessaire.

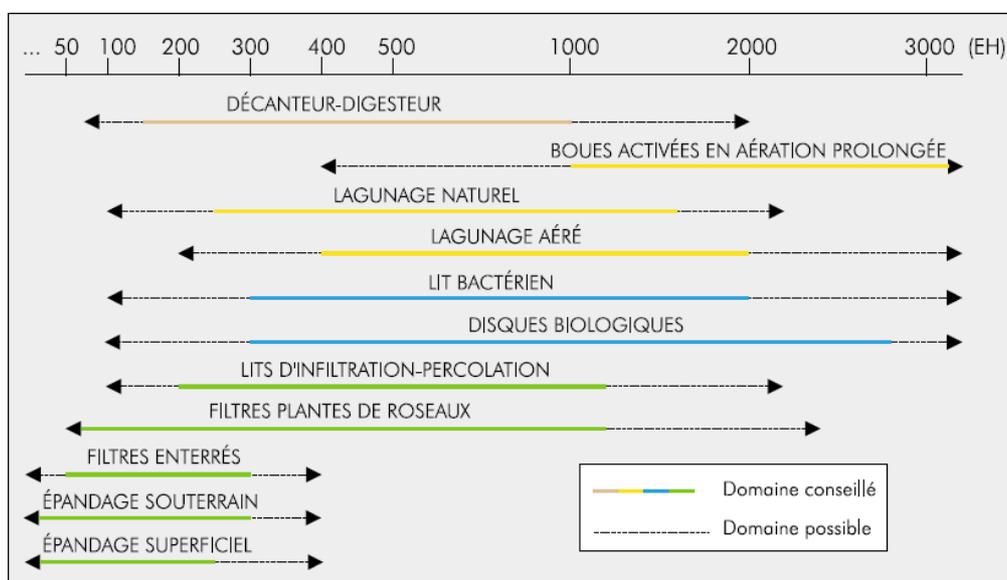


Figure 1 : domaine de capacité de différentes filières de traitements (FNDAE n°22)

Les filtres plantés de roseaux traitent les matières en suspension par filtration sur le massif filtrant. La pollution carbonée et azotée est éliminée par les **bactéries aérobies** du filtre. Le traitement de l'azote s'arrête à la **nitrification** pour le traitement classique français. Les roseaux n'ont pas un rôle d'épurateur, ce sont les bactéries qui dégradent la pollution. En effet l'exportation de l'azote (20 à 200 g N/m<sup>2</sup>/an) et du phosphore (3 à 15 g P/m<sup>2</sup>/an) par les roseaux est négligeable. Par contre, le réseau racinaire (les rhizomes) des roseaux facilite, grâce au vent, la circulation de l'air dans le massif filtrant. Les rhizomes sont à la fois un support de fixation pour les bactéries mais empêchent également le colmatage du filtre par les boues.

Le filtre planté de roseaux tel que conçu et développé par le Cemagref depuis le début de leur recherche est une filière composée de **2 étages de filtres à écoulement vertical**. C'est une technique propre à la France. Par exemple, l'Angleterre a développé une filière par les filtres plantés de roseaux à écoulement horizontal.

Le principe de fonctionnement repose sur une **alternance de phases** d'alimentation et de repos des lits. Classiquement, le premier étage est composé de **3 bassins** en parallèle et le second de **2 bassins** en parallèle également. Chaque bassin est alimenté à tour de rôle durant **3 à 4 jours** puis subit une période de repos pour laisser le temps aux bactéries de minéraliser les boues. La hauteur de boue dans les filtres augmente de **1,5 à 2 cm par an**. Le curage des boues s'effectue lorsque les boues ont atteint une hauteur de 20 à 30 cm (entre 13 et 20 ans de fonctionnement) en fonction de la revanche des bassins.

Un groupe de travail, le groupe des Macrophytes et Traitement des Eaux, a édité en 2005 un guide de recommandations techniques pour la conception et la réalisation des filtres plantés de roseaux. Ce guide, base du Cahier des Clauses Techniques et Particulières (CCTP), constitue la marche à suivre pour la construction d'un filtre planté de roseaux classique.

Un filtre planté de roseaux (FPR) peut être conçu selon deux techniques :

- **L'écoulement vertical** (le plus répandu en France) : FPRV
- **L'écoulement Horizontal** (souvent précédé d'un FPRV) : FRPH

Ces techniques peuvent être **couplées** ou mises en œuvres avec d'autres techniques en fonction de la qualité de rejet attendu.

## 1. Les Filtres Plantés de Roseaux à écoulement Vertical

Le dimensionnement d'un FPRV pour une population permanente (**2 à 2,5 m<sup>2</sup>/EH**) est basée sur des charges nominales de :

- 300 g DCO/m<sup>2</sup>/j,
- 150 g MES/m<sup>2</sup>/j,
- 25 – 30 g NTK/m<sup>2</sup>/j
- et une charge hydraulique de 0,37 m/j.

Le filtre planté de roseaux vertical type a une surface d'implantation de **4 à 8 m<sup>2</sup>/EH** avec une surface utile de **2 à 2,5 m<sup>2</sup>/EH** répartie sur 2 étages :

- 1<sup>er</sup> étage de **1,2 à 1,5 m<sup>2</sup>/EH** composé de 3 cellules en gravillons avec 3 couches granulométriques différentes (filtrante, de transition, drainante).  
*Rencontré en France : moy – min – max : 1,2 – 0,1 – 4,7 m<sup>2</sup>/EH*
- 2<sup>ème</sup> étage de **0,8 à 1 m<sup>2</sup>/EH** composé de 2 cellules, en sable (alluvionnaire : lavé, roulé) sur la première couche et en gravillons sur les 2 couches granulométriques inférieures.  
*Rencontré en France : moy – min – max : 0,8 – 0,1 – 3,6 m<sup>2</sup>/EH.*

Les couches granulométriques doivent être composées de **graviers lavés roulés** et non de graviers concassés. Le sable Cemagref est siliceux avec un **taux de fines inférieur à 3 %**, son **d<sub>10</sub>** est compris entre **0,25 et 0,4 mm** et le coefficient d'uniformité (**CU**) **inférieur ou égale à 5**. La teneur en **calcaire** des graviers est **inférieure à 20 %**.

Les roseaux sont plantés à raison de **4 plants/m<sup>2</sup>**, pour une colonisation rapide du filtre.

La composition de la filière est expliquée par la figure 2.

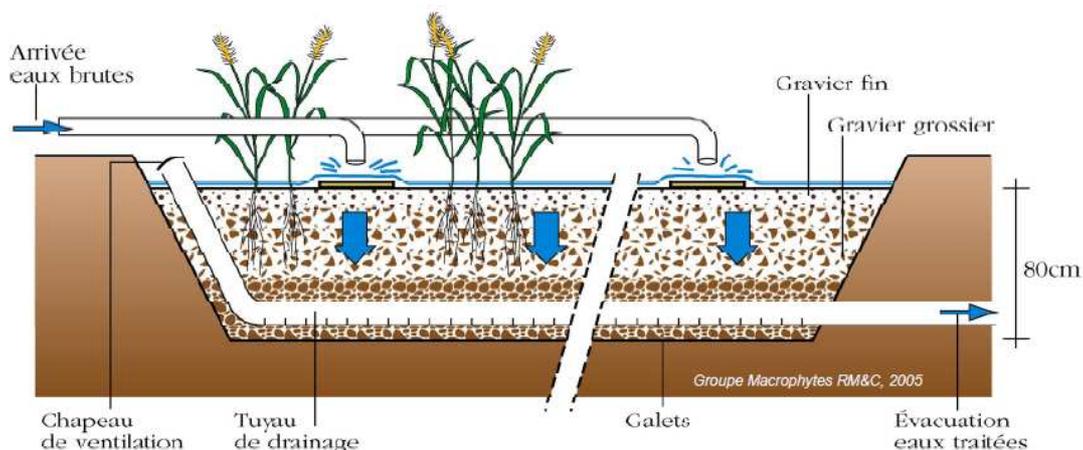


Figure 2 : coupe transversale d'un FPRV à écoulement vertical (Groupe Macrophytes 2005)

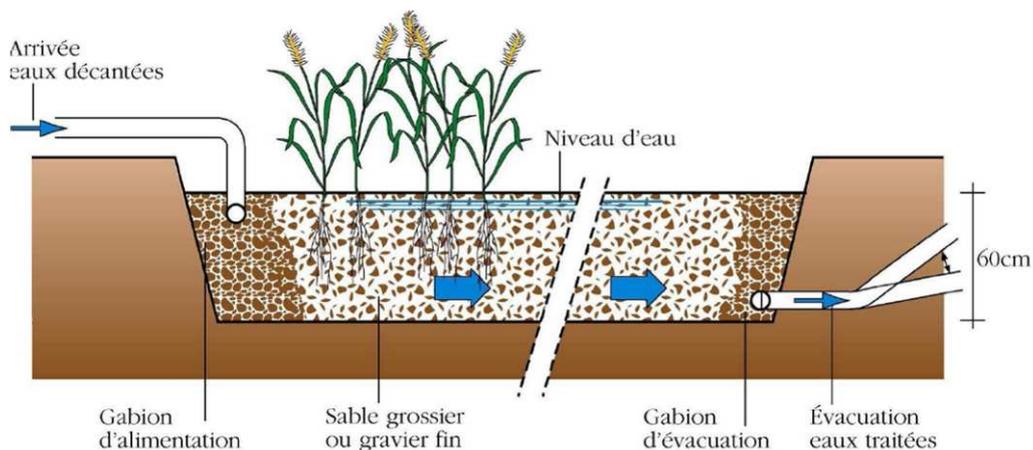
## 2. Les Filtres Plantés de Roseaux à écoulement Horizontal

Un **traitement primaire** est nécessaire à cette technique. Cela peut être soit un premier étage de FPRV soit un décanteur-digesteur. Le filtre horizontal préconisé par le Cemagref a une surface d'implantation de **8 à 9 m<sup>2</sup>/EH** avec une surface utile du filtre de **5 m<sup>2</sup>/EH**.

Le traitement primaire a un dimensionnement différent en fonction de sa nature tel que :

- un étage de FPRV : **2 – 3 m<sup>2</sup>/hab.**
- décanteur-digesteur : **5 m<sup>2</sup>/hab.**

La profondeur du filtre se situe entre **0,45 et 0,6 m** (profondeur maximal des racines de roseaux). La **pente** du fond du filtre correspond à **10 %** de la profondeur entre l'entrée et la sortie (par exemple : 6 cm de différence entre les niveaux bas des gabions d'alimentation et d'évacuation pour une longueur de 15 m). La pente du fond doit être impérativement **supérieure à 0,5 %**. La **ligne d'eau est à 5 cm en dessous** de la surface du massif filtrant. La figure 3 présente la composition d'un filtre horizontal.



**Figure 3 : coupe transversale d'un FPR à écoulement horizontal (Groupe Macrophytes 2005)**

L'avantage des FPR tant verticaux qu'horizontaux réside dans leur **rusticité** (simplicité d'exploitation) et dans leur bonne intégration paysagère. Les FPR sont peu coûteux à exploiter et l'entretien peut être réalisé par un agent communal. Ceci explique leur succès auprès des petites collectivités.

Leurs niveaux de rejet annoncés sont différents :

- Pour un FPRH, les niveaux attendus sont de **75 à 90 mg/L de DBO<sub>5</sub>, 80 mg/L de MES, 35 mg/L de NTK et 30 mg/L de P.**
- Pour un FPRV, les niveaux de rejet attendus sont de **25 mg/L de DBO<sub>5</sub>, 90 mg/L de DCO, 30 mg/L de MES, et 10 mg/L de NTK** (comparable à une boue activée à faible charge).

Sa facilité d'exploitation et ses meilleures performances épuratoires ont permis le développement préférentiel du filtre vertical en France.

## **B. Méthodologie**

Afin de réaliser la caractérisation des filtres plantés de roseaux en Adour-Garonne, il a fallu réaliser leur recensement avec toutes les données pertinentes les concernant. Il s'agit ici d'expliquer la méthodologie suivie et de suggérer des propositions d'améliorations du système d'information.

### **1. La compilation des données**

Le sujet de l'étude porte sur les filtres plantés de roseaux (FPR) constituant la filière eaux du traitement des eaux résiduaires urbaines. Afin de réaliser une requête pertinente dans la base de données de l'Agence de l'eau Adour-Garonne, il a fallu déterminer en amont les critères appropriés à l'étude.

Ainsi, tous les FPR ne concernant pas le traitement des eaux résiduaires urbaines ont été écartés. Les FPR utilisés pour le séchage des boues en remplacement d'un clarificateur par exemple ont aussi été exclus. Comme par exemple le procédé Rhizopur® développé par la Lyonnaise des Eaux qui intègre un filtre planté de roseaux en sortie d'un lit bactérien. Ou encore le procédé Ecodisk®M de MSE (filiale d'OVT, Véolia eau) qui permet la déshydratation des eaux et des boues en sortie de disque biologique.

La requête effectuée via l'infocentre extrait les informations de la base ouvrage de l'Agence. Cette base peut être consultée notamment pour avoir des informations techniques sur les ouvrages financés par l'Agence de l'eau Adour-Garonne ou faisant l'objet de l'Aide à la Performance Epuratoire (APE). La requête a été effectuée bien évidemment sur les ouvrages en exploitation par le service APE.

Nous avons choisi d'extraire les informations suivantes sur chaque filtre :

- |  |   |
|--|---|
| ▪ Le département dans lequel il se trouve,             | ▪ L'exploitant,                           |
| ▪ Le nom de l'installation,                            | ▪ La raison sociale de l'exploitant       |
| ▪ Le code sandre,                                      | ▪ Les coordonnées de l'exploitant,        |
| ▪ La capacité nominale (en EH),                        | ▪ Le constructeur,                        |
| ▪ La capacité nominale (en kg de DBO <sub>5</sub> /j), | ▪ La filière (Filtre planté ou lagune)    |
| ▪ La date de mise en service,                          | ▪ La liste des équipements sur la station |
| ▪ Le type d'exploitation (régie, affermage)            |   |

Toutes ces informations permettront par la suite d'effectuer la caractérisation du bassin et de déterminer quelles seront les installations intéressantes à visiter en fonction de leur âge, de leur capacité, de leur type d'exploitation et bien évidemment de leur constructeur.

## 2. Consolidations des données

L'extraction des données a permis de mettre en évidence quelques anomalies dans la base.

### a) Filière

J'ai pu constater des dysfonctionnements dans le renseignement du champ « filière » de la base ouvrages. A titre d'exemple :

- Des disques biologiques et des lits bactériens ont été classés dans la filière filtres plantés de roseaux par erreur car il arrive qu'on s'affranchisse du clarificateur en le substituant par un FPR. Il a aussi fallu faire une requête par rapport à la filière lagune en plus de la filière FPR.
- Des FPR sont parfois inscrits dans la filière biologique (NTK) par erreur car cela ne correspond pas à ce qui est mentionné dans le dossier d'aide faussant ainsi la requête et les statistiques sur la caractérisation du bassin.
- Le terme « Lagune à macrophytes » a été trouvé dans la liste des équipements. Ce terme, imprécis, prête à confusion. En effet, l'ouvrage est-il une lagune plantée de roseaux ou un filtre planté de roseaux ? Une vérification dans le dossier d'aide m'a permis de reclasser la dizaine d'installations soit en tant que lagune soit en tant que filtre.
- La liste des équipements n'est pas suffisamment détaillée pour permettre de faire une étude statistique sur la répartition des différentes conceptions de filtres plantés. A titre d'exemple, le terme lits à macrophytes est utilisé pour représenter des FPR à un ou deux étages voire des FPRV ou FPRH.

A l'avenir, afin de suivre plus précisément cette filière, il conviendrait d'instaurer des règles de bonnes pratiques de saisie des caractéristiques des ouvrages dans la base AEAG.

### b) Nom du constructeur

A l'heure actuelle, une liste prédéfinie de constructeurs est proposée ce qui implique que les catégories : « Autre Constructeur », « Entreprise locale », « inconnu » ou bien, une case vide apparaissent trop souvent. Afin, de ne pas perdre en précision, il serait plus intéressant que le chargé d'interventions saisisse lui-même le nom du constructeur (champ libre). Pour limiter les fautes d'orthographe, les noms de constructeurs devraient pouvoir être saisis seulement en majuscules et des propositions orthographiques pourraient être présentées si le constructeur est récurrent dans la base.

Lorsque plusieurs constructeurs ont participé au chantier, le constructeur principal devrait être mis en premier et les deux noms pourraient être séparés par un « / » avec des espaces de chaque côté pour plus de lisibilité. Ces préconisations pourraient être intégrées pour la révision de l'application qui est prévue.

### c) Date de mise en service

La date de mise en service renseignée dans la base de données correspond à la date de la première mise en service de la station et non la date de mise en service des filtres. En effet beaucoup de stations avec pour traitement initial un lagunage ont ensuite opté pour l'extension de leur station par l'installation de filtres plantés tout en conservant leurs lagunes. Ainsi, par exemple la station de Privezac date de 1977, mais les filtres plantés de roseaux ont été construits en 2003. Tous les filtres plantés construits avant 2000 ont été vérifiés, et il s'avère que finalement sur les 14 filtres, seulement 5 ont été effectivement construits avant les années 2000. Il serait donc intéressant de signaler la date de mise en route des extensions de station en plus de la date de mise en service de la station en elle-même.

### C. Les filtres plantés de roseaux sur le bassin Adour-Garonne

Le plus ancien filtre du bassin encore en exploitation est celui de Gensac la Pallue en Charente (mise en route 1982, mise en eau des filtres plantés de roseaux en 1987). La figure 4, indique la répartition du nombre de filtres plantés de roseaux mis en service par an. Aujourd'hui, le Bassin compte 583 filtres plantés de roseaux (FPR) en exploitation.

#### Nombre de filtres plantés de roseaux en Adour Garonne

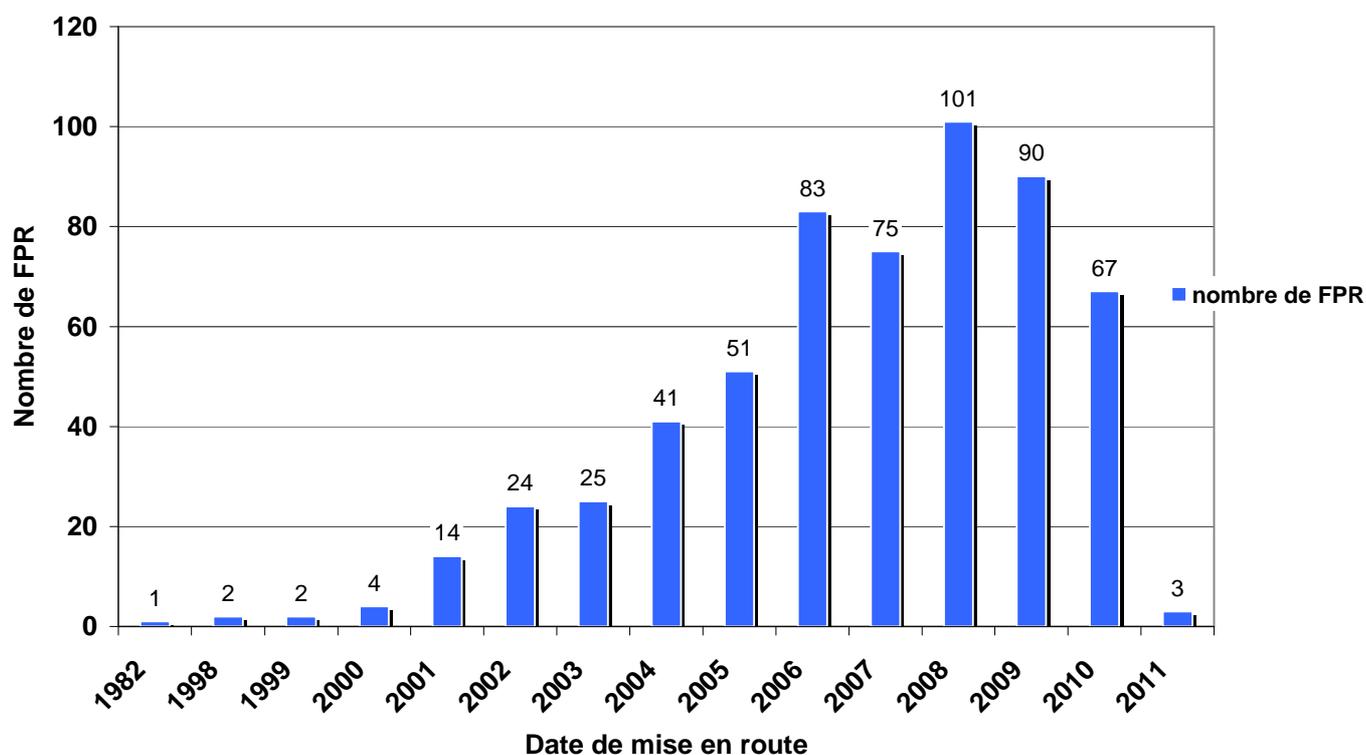


Figure 4: nombre de filtres plantés de roseaux mis en service par année sur le bassin Adour-Garonne

Les filtres plantés de roseaux représentent actuellement 20 % du parc de station en exploitation et en projet (période 1988 - 2010) de l'agence de l'eau Adour Garonne (AEAG). Ils constituent 60 % des dossiers d'aide à l'investissement de l'AEAG depuis le début du 9<sup>ème</sup> programme (2007 - 2012) et la publication de l'arrêté du 22 juin 2007. La construction de filtres plantés de roseaux a commencé significativement à partir de 2001 pour atteindre un pic en 2008 avec 101 installations mises en eau.

Cette étude de caractérisation du bassin s'intéresse aux 578 filtres mis en route à partir de 2000.

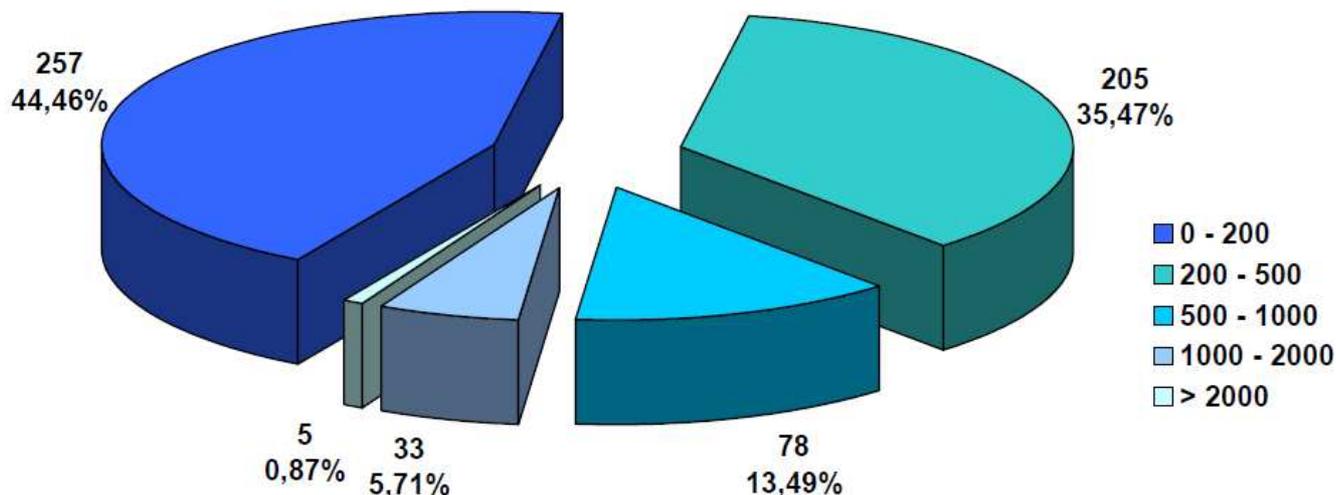
A ce jour, environ 200 000 Equivalents Habitants (EH) soit 12 000 kg de DBO<sub>5</sub> par jour sont traités par filtres plantés de roseaux sur le bassin Adour-Garonne. Pour comparaison, l'ensemble des 4 336 stations du bassin Adour Garonne traitent environs 11 600 000 EH soit 6 900 000 kg de DBO<sub>5</sub> par jour.

L'éventail de capacité des FPR va de 20 à 4 000 EH (1,2 à 240 kg de DBO<sub>5</sub> par jour), 4 000 EH étant la station de Nègrepelisse (extensible à 6 000 EH) dans le Tarn et Garonne (82).

## 1. Répartition des filtres plantés de roseaux sur le bassin

La figure 5 présente la répartition en nombre d'installations sur le bassin par gamme de capacité.

### Nombre de FPR par gamme de capacité (en EH)



**Figure 5: répartition des filtres plantés de roseaux par gamme de capacité (en EH)**

Avec 80 % des FPR concernant des capacités inférieures à 500 EH, il est manifeste que cette technique répond bien aux besoins des petites collectivités. Le filtre planté de roseaux étant une filière de traitement extensive, il sera d'autant plus compétitif que la capacité des communes sera de petite taille.

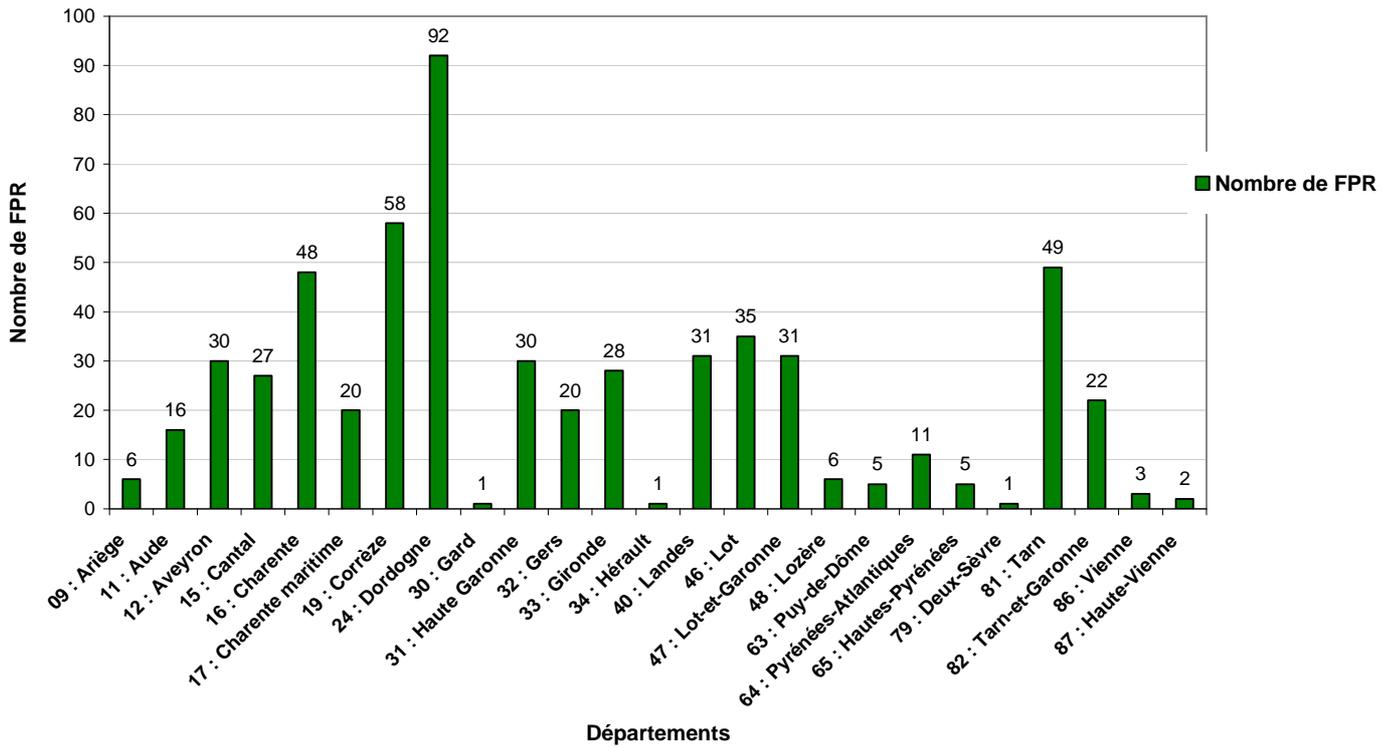
## 2. Répartitions des FPR par département

Les filtres plantés de roseaux sont assez également répartis sur le bassin. La répartition des FPR par département en nombre d'installations et d'EH traités est présentée respectivement par les figure 6 et 7 ainsi que par une carte (Annexe 10 : Cartes du bassin Adour Garonne, (i) p.109). Chaque département est détaillé en annexe (Annexe 3 : Caractérisation par département).

La Dordogne compte le plus de filtres plantés de roseaux avec 92 installations ce qui représente 15,9 % des FPR sur le bassin et 12,8 % des EH traités. Ceci s'explique par le potentiel touristique de la Dordogne et sa forte densité de campings qui ont opté pour cette technique de traitement de leur effluent. Les départements comptant très peu de filtres plantés (11, 30, 34, 48, 63, 79, 86 et 87) sont soit à cheval sur deux territoires (Rhône Méditerranée et Corse ou Loire-Bretagne) soit principalement en zone montagneuse. Toute la zone littorale compte aussi peu de FPR (carte (i) p.109) ce qui s'explique par la forte pression immobilière pour le foncier.

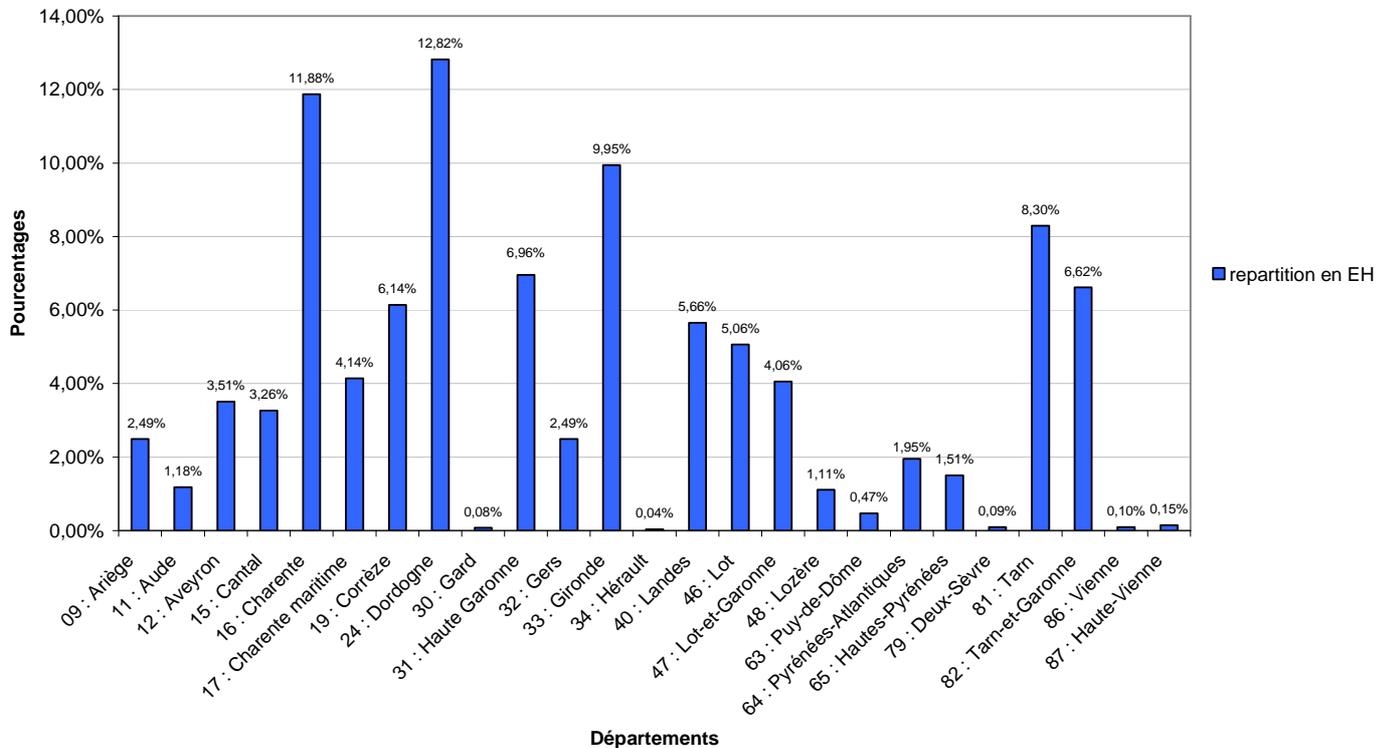
Certains départements ont plus de filtres que d'autres tout en traitant moins d'EH. Les installations dans ces départements ont donc des capacités plus faibles. Cela réaffirme l'adaptabilité du FPR aux petites collectivités.

**Nombre de FPR par départements**



**Figure 6 : répartition du nombre de filtres plantés de roseaux par départements**

**Répartition des EH traités en % par départements**



**Figure 7 : pourcentages des EH traités par les FPR par départements par rapport au FPR du bassin**

### 3. La répartition des constructeurs

Les figures 8 et 9, présentent respectivement le nombre d'installations par constructeur et le nombre d'EH traités par constructeur.

Le bassin Adour-Garonne compte un grand nombre de constructeurs différents. La catégorie « mal renseigné » qui regroupe les catégories « autre constructeur », « entreprise locale », « NR » et « inconnu » est la plus représentée (tableau 1).

**Tableau 1 : décomposition de la catégorie « mal renseigné »**

	<b>Autre constructeur</b>	<b>Entreprise locale</b>	<b>NR</b>	<b>Inconnu</b>
<b>Nombre de FPR</b>	34	13	5	7
<b>% d'EH traités</b>	4,48 %	2,68 %	1,56 %	0,74 %

La dénomination « Entreprise locale connue » signifie ici que le nom du constructeur est connu et qu'il a construit moins de 5 stations d'épuration. Historiquement ces entreprises sont des spécialistes du terrassement mais ont peu de référence en épuration. Il est donc indispensable que les collectivités aient recours à un maître d'œuvre pour leur projet afin de s'assurer que le prestataire répond au CCTP. Le suivi des travaux sera également crucial pour éviter toute non-conformité de conception ou de réalisation. L'agence a également un rôle à jouer en faisant connaître les retours d'expériences sur les filtres plantés de roseaux qu'elle a financés et en vérifiant lors de l'instruction des dossiers les caractéristiques des filtres plantés de roseaux proposées.

En ce qui concerne les entreprises connues, la plus représentée en termes d'installations est la société Jean Voisin mais ce n'est pas la plus représentée en termes d'EH traités. En effet, les sociétés internationales telle que Sade (Vélolia eau) ou nationale telle que Epur-Nature ont construit des filtres plantés de roseaux traitant un plus grand nombre d'EH.

Les sociétés Dubreuilh (groupe Etchart) et ERCTP sont des entreprises assez localisées, en effet la majorité de leurs installations ont été construites en Dordogne.

La Société SAUR (procédés Rhizostep®) bien placée en tant qu'exploitant, n'est pas très implantée dans le bassin, avec 8 installations.

### Nombre de stations par constructeur

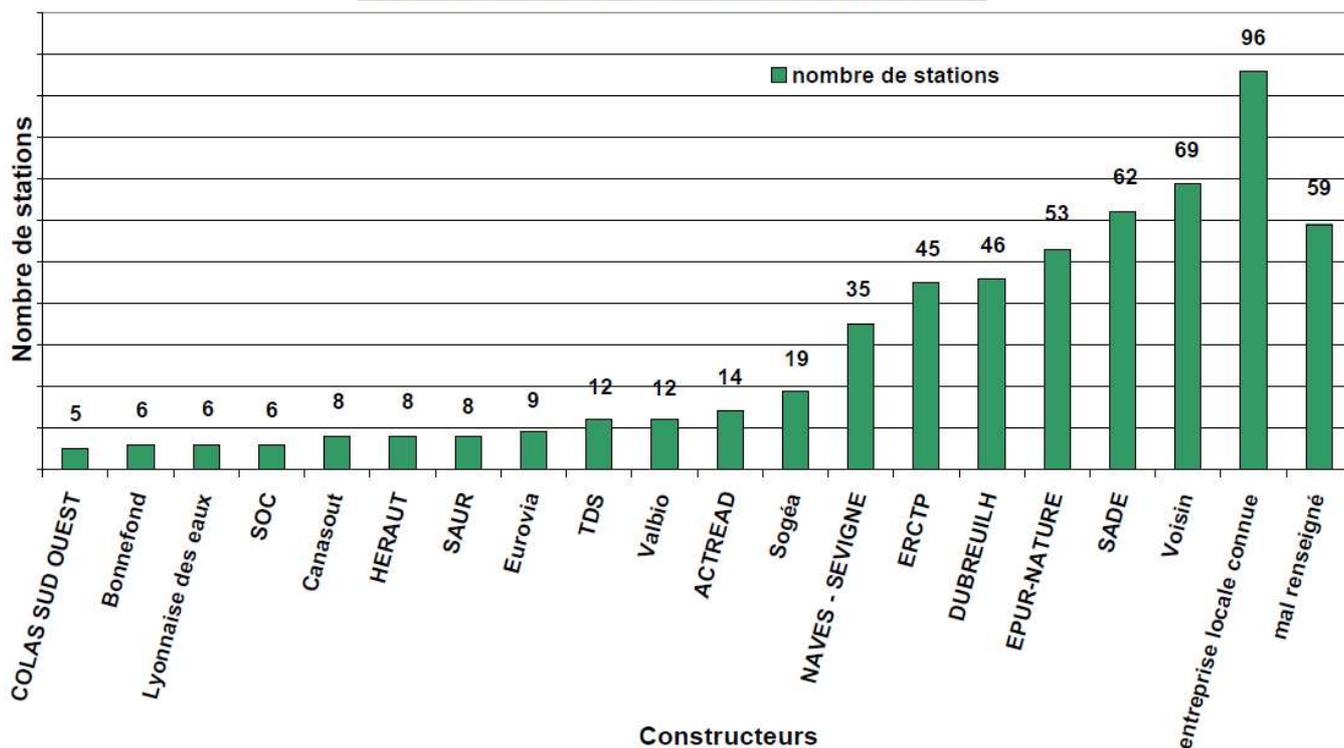


Figure 8 : nombre de FPR par constructeur

### Pourcentage d'EH traités par constructeur

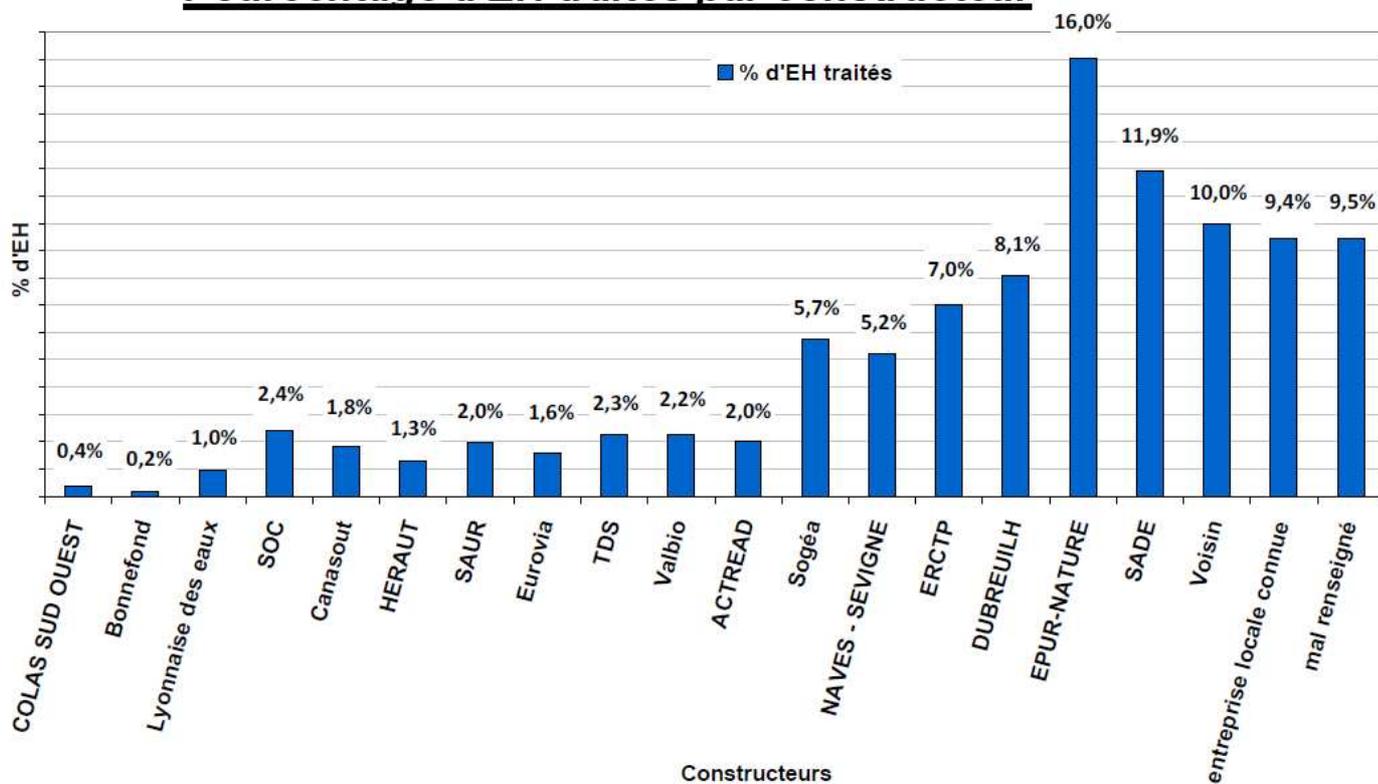


Figure 9 : pourcentage d'EH traités par constructeur

## ***D. Constitution de l'échantillon des stations visitées***

L'un des volets de mon stage étant de réaliser un retour d'expérience sur la conception, la réalisation et l'exploitation des filtres plantés de roseaux en Adour-Garonne, des visites de stations sont nécessaires afin d'avoir un maximum d'information sur ce qui se fait sur le bassin. Afin de constituer un retour d'expérience pertinent, les critères de choix porte sur :

- la date de mise en service du filtre,
- la capacité du filtre,
- le constructeur.

Toutes les années de mise en service doivent être représentées ainsi que les gammes de capacité. J'ai donc croisé ces deux critères tout en variant les constructeurs (Annexe 1 : Stations Visitées). Les constructeurs ayant construit plus de 5 stations ont été privilégiés car il n'est pas pertinent de visiter une grande quantité de stations construites par de petits constructeurs non-représentatifs du parc.

Au préalable, j'ai rédigé un questionnaire détaillé (Annexe 2 : Questionnaire adaptable à la station visitée) afin d'optimiser mes visites et de collecter le plus d'informations possible (environnement, exploitation, conception et réalisation).

J'ai effectué plusieurs tournées en compagnie d'un exploitant (la Sogédo) et d'un constructeur (la SADE) ; ce qui m'a permis de comprendre le fonctionnement de la gestion d'un parc de station ainsi que les raisons des évolutions dans la conception et la réalisation des ouvrages chez un constructeur.

J'avais volontairement prévu de visiter des stations mal renseignées au niveau des constructeurs, qui se sont révélées être des filtres réalisés par EPUR-NATURE (4 filtres) et Sogéa (1 filtre). Deux stations de la Phocéenne des eaux ont été visitées car cette entreprise a déposé le bilan récemment et proposait un procédé particulier le phocéogum® (granulats remplacés par des pneus usagés).

Ces visites ont permis :

- o de renseigner des constructeurs inconnus,
- o de recenser les différents ouvrages et technologies utilisés sur le bassin,
- o d'échanger sur l'exploitation des stations (entretien, faucardage, problèmes rencontrés).

## ***E. Conclusion de la caractérisation du bassin Adour-Garonne***

Le filtre planté de roseaux est une technique récente car elle est apparue courant des années 90 en France. Il est particulièrement adapté aux petites capacités, de 50 à 2 000 EH, même s'il est retrouvé sur le bassin pour les capacités allant de 20 à 4 000 EH. La majorité des filtres plantés sur le bassin Adour-Garonne sont construits pour des capacités inférieures à 500 EH au dessus de cette capacité le système perd de sa rusticité.

Ce type de traitement d'apparence de construction très simple, a favorisé le développement d'un grand nombre de constructeurs locaux et de maîtres d'œuvre plus ou moins initiés à cette technologie. Les filtres plantés de roseaux sont implantés dans tout le bassin.

De part la jeunesse du procédé, de l'intérêt croissant qu'il suscite auprès des petites collectivités et du nombre considérable de constructeurs présents sur le bassin, il était important pour l'Agence de faire un état des lieux sur cette technique. Ma caractérisation du bassin, m'a permis d'éditer une liste de stations à visiter. La visite de ces stations a abouti à la réalisation d'une synthèse et d'un diaporama des différentes typologies de filtres plantés de roseaux, des conceptions (préconisation et réalisation) à recommander et des conditions d'exploitations à mettre en œuvre.

## II. Les différentes conceptions de filtres plantés de roseaux

La conception d'un filtre planté de roseaux est fonction de son dimensionnement et de la technique choisie par le maître d'ouvrage. La notion d'organisation de l'espace est très importante. En effet, le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre doivent prendre en compte l'espace que peuvent prendre les aménagements extérieurs aux filtres en eux-mêmes. Par exemple :

- l'accès aux filtres pour un faucardage et un curage aisé,
- une aire de séchage des boues ou d'entreposage des roseaux faucardés,
- un local technique.

En préalable, une **étude géotechnique** sera réalisée. Elle permettra de concevoir les fondations et les pentes du filtre correctement en fonction de la nature du sol et de la présence ou non d'une nappe. De plus, il faudra tenir compte des **épisodes pluvieux** et concevoir le filtre de façon à éviter des entrées d'eaux pluviales dans celui-ci.

Il faut savoir que les parois des bassins peuvent être de deux types : verticales (béton) ou en pente à 45° (différents types de remblais). Les parois verticales ne facilitent pas la pose de la géo-membrane.

L'étanchéité du filtre peut être effectuée selon différentes configurations en fonction de l'étage, de la nature du sol, et du coût. Une géo-membrane est impérative si le sol n'est pas suffisamment imperméable (argile, conditions données dans le CCTP). Il est possible d'ajouter un géotextile (anti-poinçonnement) dessus et dessous la géo-membrane. Le géotextile en dessous de la géo-membrane est un minimum pour la protéger du sol.

### **A. Techniques rencontrées en Adour-Garonne : Equipements, conception exploitation.**

Le filtre planté de roseaux est une technique de traitement qui se veut rustique. Ainsi, les filtres sont conçus préférentiellement avec une alimentation gravitaire, même si, sur le bassin, 20 % des FPR ont au moins 1 poste de relèvement soit pour l'alimentation du premier étage ou du 2<sup>ème</sup> étage, soit pour le rejet au milieu naturel. Deux raisons peuvent être à l'origine du choix d'un poste de relèvement :

- La topologie du terrain (dénivelé insuffisant),
- L'ouvrage de bâchée, qui permet l'alimentation des filtres, de grande emprise au sol et imposant pour des capacités importantes.

La figure 10 présente la filière type du filtre planté de roseaux :



**Figure 10 : synoptique d'une station par filtre planté de roseaux**

## 1. Prétraitement

Le seul prétraitement vraiment nécessaire pour une station à FPR est le dégrillage. Cet ouvrage est obligatoire tant pour les FPRH que les FPRV (Cf. CCTP et article 22 de l'arrêté du 21 juin 1996). En pratique, il est systématiquement proposé pour les FPR > 200 EH et très fortement recommandé pour les installations < 200 EH.

Le dégrilleur peut être manuel, automatique ou un panier dégrilleur dans les postes de refoulement.

Plus le dégrillage est fin, meilleure sera la qualité des boues, mais plus il y aura de refus de dégrillage à traiter. Si le dégrilleur est manuel, les interventions seront donc plus fréquentes. Certaines stations se sont affranchies de ce prétraitement, comme Nègrepelisse (4 000 EH, Tarn-et-Garonne) par un hydrocurage hebdomadaire du poste de relèvement ou Ars (1 050EH, Charente) par l'installation de pompes dilacératrices sur son réseau. Ces dernières sont vivement déconseillées car elles réduisent les plastiques en paillettes qui se retrouvent sur le filtre.

Sur le bassin Adour-Garonne on retrouve des dégrilleurs manuels pour des capacités allant de 25 à 1 650 EH (Bérat, Haute-Garonne). Les dégrilleurs automatiques sont installés à partir de 120 EH sur le bassin. Quant aux paniers dégrilleurs la plus petite station est de 70 EH et la plus importante de 1 300 EH. Plus la capacité augmente, moins ce type de dégrilleur est souhaitable car plus il sera difficile à remonter et à vider pour l'exploitant.

Les différents types de dégrilleurs sont présentés dans le tableau 2 :

Tableau 2 : les dégrilleurs, préconisations, avantages et inconvénients

Type de dégrilleur	Préconisations théoriques	Avantages	Inconvénients							
<p>o <u>Dégrilleurs manuels</u></p>  <p>Serre sur Arget (09)</p>	<p>En pratique, les entrefers sont compris entre <b>20 et 50 mm</b>. La plus part des stations visitées ont opté pour un dégrillage de <b>20 mm</b>. En effet, entrefer de 40 mm laisse passer beaucoup de déchets, notamment des lingettes.</p> <p>Le <b>dimensionnement</b> du dégrilleur adapté à la charge hydraulique est très important, sinon l'exploitant s'expose à des visites plus fréquentes (&gt; 1à 2 fois par semaine) de la station pour son nettoyage.</p>	<p>Ouvrage <b>rustique</b> et simple à nettoyer.</p>	<p>Certains dégrilleurs manuels ont un <b>by-pass</b> des prétraitements <b>intégré sur les cotés des grilles à 30 cm</b> de haut (station de Bérat, Annexe 4 : Photos de stations visitées). Si le dégrilleur se colmate (lingettes) il devient rapidement moins efficace.</p> <p>Les dégrilleurs clés en mains dans un caisson en plastique noir peuvent subir un <b>flambage latéral</b> (sens de la longueur) dû à la chaleur ou à la nature du sol (station d'Hagetaubin).</p> <p>Une <b>chute à l'arrivée des effluents</b> dans le dégrilleur est fortement conseillée pour ne pas mettre en charge le dégrilleur (refus) et la canalisation d'arrivée (station de Périssac).</p>							
<p>o <u>Dégrilleurs automatiques</u></p>  <p>Saint Martory (31)</p>	<p>Ce type de dégrilleur est souvent retrouvé sur un réseau par relevage.</p> <p>Comme le dégrilleur manuel, l'eau traverse une grille mais celle-ci est nettoyée automatiquement et les refus sont directement stockés dans un sac poubelle.</p> <p>Les technologies sont nombreuses :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o dégrilleur-compacteur,</li> <li>o tamis rotatif,</li> <li>o dégrilleur à vis,</li> <li>o dégrilleur vertical, etc.</li> </ul> <p>Les entrefers vont de <b>10 à 40 mm</b>.</p>	<p>L'employé n'a pas à ratisser les grilles. Il gagne donc en <b>rapidité</b> et en <b>confort</b>. Tous les dégrilleurs automatiques peuvent être équipé d'un <b>compacteur</b>.</p> <p>Un dégrilleur automatique impose la mise en place d'une <b>alimentation électrique</b> sur la station. Il y a perte de la <b>rusticité</b> de la technique. Il est plus adapté aux <b>capacités importantes</b>.</p> <p>Le dégrilleur peut tomber en panne à cause des conditions météo ou de la septicité des eaux (corrosion) d'où la nécessité de <b>prévoir un by-pass avec un dégrilleur manuel</b>.</p> <table border="1" data-bbox="1394 955 2819 1312"> <thead> <tr> <th>Tamis Rotatif</th> <th>Dégrilleur à vis</th> <th>Dégrilleur vertical</th> <th>Dégrilleur avec peigne</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Déconseillé</b> pour un FPR car boue retenue par le massif filtrant.</li> <li>- Beaucoup de déchets à gérer.</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maille très fines (8 à 10 mm) donc beaucoup de déchets.</li> <li>- Souvent équipé d'un compacteur.</li> <li>- <b>Installé au fil de l'eau</b>.</li> <li>- Peut être silencieux.</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Adapté pour les <b>postes de relèvement</b>.</li> <li>- Sensible au <b>gel</b> et la <b>corrosion</b> (H<sub>2</sub>S).</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Installé au fil de l'eau</b></li> <li>- Grille recourbée</li> <li>- Adapté pour les <b>installations de moyenne importance</b>.</li> <li>- Déchet dans un panier d'égouttage de type <b>dégrilleur manuel</b>.</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>	Tamis Rotatif	Dégrilleur à vis	Dégrilleur vertical	Dégrilleur avec peigne	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Déconseillé</b> pour un FPR car boue retenue par le massif filtrant.</li> <li>- Beaucoup de déchets à gérer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maille très fines (8 à 10 mm) donc beaucoup de déchets.</li> <li>- Souvent équipé d'un compacteur.</li> <li>- <b>Installé au fil de l'eau</b>.</li> <li>- Peut être silencieux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adapté pour les <b>postes de relèvement</b>.</li> <li>- Sensible au <b>gel</b> et la <b>corrosion</b> (H<sub>2</sub>S).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Installé au fil de l'eau</b></li> <li>- Grille recourbée</li> <li>- Adapté pour les <b>installations de moyenne importance</b>.</li> <li>- Déchet dans un panier d'égouttage de type <b>dégrilleur manuel</b>.</li> </ul>
Tamis Rotatif	Dégrilleur à vis	Dégrilleur vertical	Dégrilleur avec peigne							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Déconseillé</b> pour un FPR car boue retenue par le massif filtrant.</li> <li>- Beaucoup de déchets à gérer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maille très fines (8 à 10 mm) donc beaucoup de déchets.</li> <li>- Souvent équipé d'un compacteur.</li> <li>- <b>Installé au fil de l'eau</b>.</li> <li>- Peut être silencieux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adapté pour les <b>postes de relèvement</b>.</li> <li>- Sensible au <b>gel</b> et la <b>corrosion</b> (H<sub>2</sub>S).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Installé au fil de l'eau</b></li> <li>- Grille recourbée</li> <li>- Adapté pour les <b>installations de moyenne importance</b>.</li> <li>- Déchet dans un panier d'égouttage de type <b>dégrilleur manuel</b>.</li> </ul>							
<p>o <u>Paniers dégrilleurs</u></p>  <p>Mirandol Bourgnouac (81)</p>	<p>Il est placé à l'arrivée de la canalisation d'amenée dans le cas d'une alimentation par relevage. Son volume de stockage est de <b>50 L</b> au minimum (Cf. CCTP). Le fond du panier est de type couvercle amovible.</p> <p>Le Mage 42 déconseille les paniers grillagés et préconise les paniers <b>perforés</b> non corrodables raccordés à la grille d'accès au poste avec un système de guidage de la chaîne.</p> <p>Si le panier est grillagé le CCTP impose un entrefer maximum de <b>40 – 50 mm</b>.</p> <p>En Adour-Garonne, les paniers ont des entrefers entre <b>25 et 40 mm</b></p>	<p>Adapté au poste de relèvement</p> <p>Ouvrage <b>rustique</b> et simple à nettoyer</p>	<p>L'efficacité du panier peut être amoindrie si les effluents ne se déversent pas entièrement dedans. C'est-à-dire que le panier est trop décroché par rapport à la canalisation d'arrivée des effluents ou que celle-ci est trop courte (station de Montans).</p>							

## 2. Les ouvrages de bâchées

L'alimentation des filtres plantés de roseaux doit être effectuée par bâchée permettant une lame d'eau sur la cellule de **2 à 5 cm de haut**. Usuellement cela correspond approximativement entre 7 à 19 bâchées par jour.

Pour les systèmes gravitaires, une sur-profondeur dans l'ouvrage permet une vidange complète lors des bâchées. Une canalisation de vidange de la bâchée est à prévoir (vers le premier étage du FPR par exemple) afin d'effectuer le nettoyage et le remplacement de pièces (flexible) d'usure. Il a souvent été observé une canalisation de trop plein de l'ouvrage (vers le milieu naturel). Certains ouvrages de grand volume (Pomarez, 40) ont installé un extracteur d'air avec filtration sur charbon actif afin de ne pas nuire à la population alentour.

Pour les systèmes par refoulement, la ventilation d'ouvrage conséquent (Nègrepelisse, 4000 EH) est très importante pour éviter la fermentation des eaux et la création de mauvaises odeurs (H<sub>2</sub>S) car la vidange n'est jamais totale.

Le volume des ouvrages de bâchées est dimensionné de façon à ce que la lame d'eau sur les filtres soit de préférence entre **2 et 3 cm** et que la vitesse de l'eau dans les canalisations permette leur autocurage (**> 0,6 m/s**).

Le fonctionnement des ouvrages de bâchées rencontrés lors des visites sont répertoriés dans le tableau 3.

**Tableau 3 : fonctionnement des ouvrages de bâchées**

Ouvrages	Fonctionnement
Auget basculant	L'eau remplit un auget qui bascule avec le <b>poids</b> de l'eau lorsqu'il est plein et alimente les lits.
Chasse à clapet	Un <b>flotteur</b> est relié à un <b>bras d'ouverture</b> du clapet. Le flotteur en position haute (bâchée pleine) déclenche l'ouverture du clapet. Une <b>chaîne</b> est aussi installée reliant le flotteur à clapet pour un actionnement manuel de la bâchée. Un flotteur de fermeture déclenche le clapet lorsque l'eau est évacuée.
Chasse pendulaire	Le <b>module</b> de chasse est porté par l'eau jusqu'à ce qu'elle rentre dedans déclenchant la chasse. La chasse se désamorçe une fois que l'eau ne peut plus pénétrer dans le module.
Siphon auto-amorçant	L'ouvrage se compose d'un <b>flotteur et de 3 tuyaux</b> . Un permettant la vidange du flotteur, les deux autres la vidange de la chasse. Le flotteur du module est porté par l'eau jusqu'à un tampon de niveau. L'eau peut ainsi rentrer par surverse dans le flotteur. Le poids du flotteur fait plonger le module amorçant le siphon. Le flotteur est vidé par un tuyau puis les deux autres tuyaux vidangent la bâchée jusqu'à leur désamorçage.
Poste de relèvement	Généralement <b>une à trois pompes</b> (secours) sont installées dans le poste. Les pompes sont asservies à 3 poires de niveaux (très haut, haut et bas) ou une sonde ultra son pour leur déclenchement.

Les avantages et inconvénients de ces ouvrages sont présentés dans le tableau 4. Les commentaires proviennent du retour d'expériences du Mage 42, du conseil général de la Charente, du SATESE du Morbihan, de l'Agence Loire-Bretagne et des exploitants que j'ai rencontrés.

Tableau 4 : avantages et inconvénients des différents ouvrages de bâchées

Avantages	Inconvénients
<p>- Système <b>gravitaire</b></p> 	<p align="center"><b><u>Auget basculant</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Volume faible</b></li> <li>- <b>Usure</b> du système de basculement rapide</li> <li>- Bruyant</li> <li>- <b>Le moins adapté</b></li> </ul>
<p>- Système <b>gravitaire</b> - Volume de bâchée <b>réglable</b></p> 	<p align="center"><b><u>Chasse à clapet</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Dénivelé</b> important nécessaire</li> <li>- Fermeture du clapet sensible aux éléments grossiers (nécessité d'un <b>dégrillage ≤ 20 mm</b>)</li> <li>- <b>Défaut d'étanchéité</b> observé au niveau de la fermeture du clapet en cas de dépôt ou de l'usure du joint</li> <li>- <b>Suivi très régulier</b></li> </ul>
<p>- Système <b>gravitaire</b></p> 	<p align="center"><b><u>Chasse pendulaire</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Usure</b> rapide du flexible (recharge d'avance nécessaire).</li> <li>- Diamètre de sortie de <b>90 mm</b> minimum pour un débit suffisant d'arrivée sur le filtre.</li> <li>- Comptage des bâchées peu fiable.</li> <li>- Sensible aux éléments grossiers (graisse).</li> </ul>
<p>- Système <b>gravitaire</b> - Le <b>plus satisfaisant</b> selon Mage 42. - Le <b>plus courant</b> sur les installations par alimentation gravitaire. - Convient lorsque <b>peu de dénivelé</b> - <b>Débit important</b> - <b>Vidange complète</b> si renforcement et pas d'accumulation de MES.</p> 	<p align="center"><b><u>Siphon auto-amorçant</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Usure</b> (fendillement) rapide du flexible : durée de vie <b>2 à 6 mois</b> (recharge d'avance nécessaire). La durée de vie peut être plus importante en fonction du taux de charge, du nombre de bâchées, de la qualité du matériau et du travail fourni par le flexible.</li> <li>- Les tuyaux peuvent être coincés ou bouchés par les graisses.</li> <li>- Les poires peuvent se bloquer (graisse).</li> <li>- S'assurer du <b>marnage</b> suffisant pour le déclenchement et l'amorçage du siphon.</li> <li>- <b>Sensible au gel</b> (<b>couverture</b> à envisager).</li> </ul>
<p>- Si dénivelé insuffisant - <b>Programmation</b> possible - <b>Télégestion</b> possible - Une sonde ultra son peut se substituer aux poires de niveaux</p> 	<p align="center"><b><u>Poste de relèvement</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Alimentation électrique</b> donc perte de la rusticité du procédé.</li> <li>- Entretien important (<b>hydrocurage</b>)</li> <li>- Coût de fonctionnement (Electricité).</li> <li>- <b>Usure</b> des pièces (importance d'un bon dégrillage).</li> <li>- Si volume trop important mise en place d'un aérateur (<b>éviter la septicité</b>).</li> <li>- Poires de niveaux peuvent se bloquer (mais plus rustique que sonde ultra son).</li> </ul>

### 3. Les types de répartitions rencontrés

Les massifs filtrants sont alimentés en alternance, il est donc nécessaire de posséder un (ou des) organe(s) de répartition. Un grand nombre de vannes a été observé sur le terrain (Annexe 4 : Photos de stations visitées) mais souvent les agents communaux ne savent pas de quel type de vanne il s'agit. Quelques stations ayant un poste de relèvement pour bâchée ont une pompe attirée pour chaque lit. Dans ce cas, il n'y a pas de vanne de répartition. Le procédé de répartition le plus rustique se réalise via un regard de répartition où des tuyaux obstruent, ou pas, la canalisation de répartition sur le lit. Comme précédemment les commentaires proviennent du retour d'expériences du Mage 42, du conseil général de la Charente, du SATESE du Morbihan, de l'Agence Loire-Bretagne et des exploitants que j'ai rencontrés.

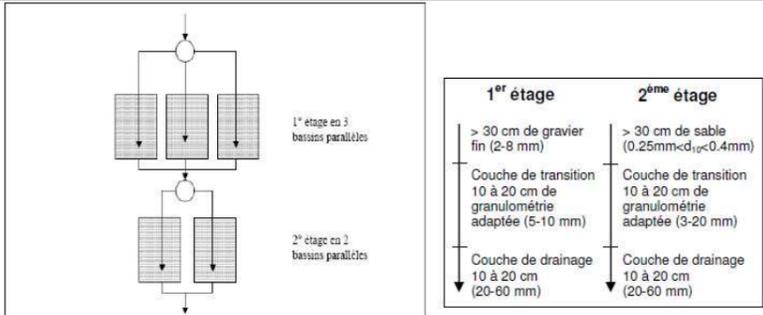
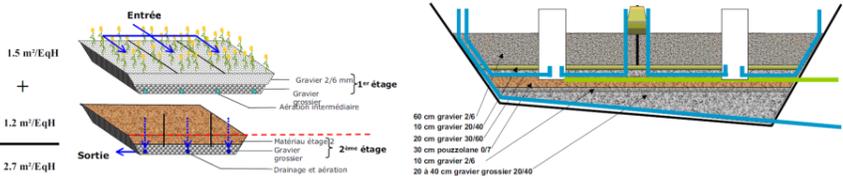
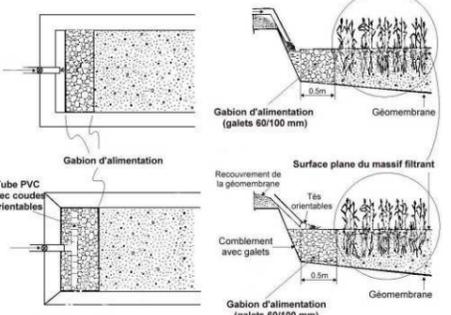
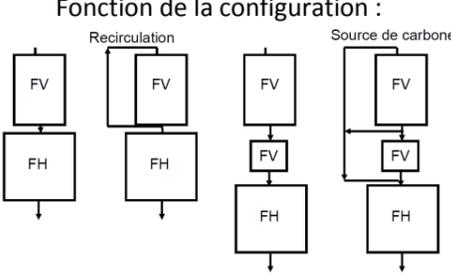
**Tableau 5 : avantages et inconvénients des types de répartitions**

Avantages	Inconvénients
<b><u>Tuyaux en PVC amovibles ou lames guillotines</u></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rusticité</li> <li>- Facile à manœuvrer</li> <li>- Bonne <b>étanchéité</b></li> <li>- <b>Accessible</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dépôts possibles (MES, végétation) si mauvais entretien.</li> </ul>
<b><u>Vanne papillon en PVC</u></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Facile à manœuvrer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ne peut être que sur le second étage à cause de l'<b>étanchéité</b> et de l'obstruction par les MES.</li> <li>- <b>Enterrée</b> donc difficile de savoir si elle est ouverte ou fermée.</li> </ul>
<b><u>Vanne guillotines ou à volant (en fonte)</u></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Facile à manœuvrer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Enterrée</b></li> <li>- <b>Grippage</b> des leviers</li> <li>- Moins <b>étanche</b>.</li> <li>- Longue à manœuvrer (à volant)</li> <li>- En fonte</li> </ul>
<b><u>Vanne pneumatique</u></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Automatisation</b> possible et télésurveillance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Electricité</b> nécessaire</li> <li>- Problème d'<b>étanchéité</b> dû au dépôt de MES</li> </ul>
<b><u>Vanne type ¼ de tour à clefs</u></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fonctionne bien (<b>fiable</b>)</li> <li>- Facile à manœuvrer</li> <li>- En PVC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Enterrée</b></li> <li>- Une clef à vanne est nécessaire</li> </ul>
<b><u>Vanne à opercule type AEP</u></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bien <b>adaptée</b></li> <li>- Bonne <b>étanchéité</b></li> <li>- <b>Ouverture complète</b> de la canalisation</li> <li>- Plus <b>résistante</b> que les vannes guillotines</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Couteuse</li> <li>- <b>Enterrée</b></li> <li>- Maniement à l'aide d'une clé béquille (longue à manœuvrer)</li> </ul>

Les eaux usées ne doivent pas **stagner** dans les ouvrages de répartition par tuyaux amovibles ou lames guillotines. Il arrive qu'une légère contre pente existe pour empêcher un désamorçage trop rapide du siphon. Cet ouvrage doit être **nettoyé régulièrement**.

Lorsque l'alimentation des lits se fait par relevage, une **chambre à vannes** est installée (en sortie du poste) pour **isoler** une pompe en cas de problème ou faire une **purge** du réseau. La purge du réseau d'alimentation des filtres avant chaque changement de lit devrait être systématique. Mais cette action est rarement connue des exploitants et donc rarement réalisée. Ce qui entraîne une stagnation des eaux dans les réseaux d'alimentations par puits et de possible complication par temps de gel (Cf. Chapitre III).

4. Les différentes configurations de filtres

		Domaine d'application	Description	Performances attendues	Niveau de rejets minimal	Avantages	Inconvénients	
Filtres Verticaux	Filière classique	<p><b>2 étages</b> 2 à 2,5 m<sup>2</sup>/EH avec 1<sup>er</sup> étage : 1,2 à 1,5 m<sup>2</sup>/EH et 2<sup>ème</sup> étage : 0,8 à 1 m<sup>2</sup>/EH (Macrophyltre® Phragmifiltre®)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A partir de 20 EH</li> <li>- Nitrification poussée</li> <li>- Traitement du carbone</li> <li>- Sans contrainte sur le P</li> </ul>	 <p><b>Figure 11 : composition d'un FPR à 2 étages (Cemagref, 2007)</b></p> <p><b>Macrophyltre®</b> (Jean Voisin) : alimentation par puits artésiens même en mode gravitaire sur les 2 étages (figure 21, p29). <b>Phragmifiltre®</b> (Epur-Nature) : En mode gravitaire, le 1<sup>er</sup> étage alimenté par des rampes aériennes en forme de H (en inox) et le 2<sup>ème</sup> étage par des drains perforés posé au sol.</p>	<p>les niveaux de performances attendus (rendement ou concentration) sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DBO<sub>5</sub> : 35 mg/L</li> <li>- DCO : 92 % et 60 mg/L</li> <li>- MES : 96 % et 15 mg/L</li> <li>- NTK : 78 % et 8 mg/L</li> </ul>	<p>Le FPR à 2 étages respecte les performances minimales de l'arrêté du 22 juin 2007.</p> <p>Pour rappel : <b>Arrêté du 22 juin 2007 pour les 2 000 à 10 000 EH correspond à :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DBO<sub>5</sub> : 70 % et 25 mg/L</li> <li>- DCO : 75 % et 125 mg/L</li> <li>- MES : 90 % et 35 mg/L</li> <li>- NTK : 15 mg/L</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niveau de rejet : <ul style="list-style-type: none"> <li>• concentration de l'arrêté du 22/06/2007</li> <li>• nitrification</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exploitation plus contraignante qu'un seul étage</li> </ul>	
		Rhizostep®	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réseaux séparatifs uniquement</li> <li>- &lt; 1 200 mg de DCO/ L en entrée</li> </ul>	<p>Procédé SAUR : utilise un <b>plancher aérant</b> à la base des filtres (<b>biobloc®</b>) permettant la réduction de la surface des filtres dimensionnés à <b>1 m<sup>2</sup>/EH</b>. Réalisé avec 1 ou 2 étages (2 lits sur chaque étage) en fonction de la qualité de rejet souhaité.</p>  <p><b>Figure 12 : rampes d'alimentation du deuxième étage de traitement (Burdignes le 24/04/2006, source Evaluation du procédé Rhizostep®, Cemagref 2008)</b></p> <p>Les rampes aériennes sont perforées. Les matériaux de garnissage sont à base de graviers <b>concassés calcaires</b> (Annexe 5 : Rhizostep®)</p>	<p>Les performances attendues sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DCO : 89 %</li> <li>- MES : 92 %</li> <li>- NTK : 85 %</li> </ul>	<p>Selon l'étude du Cemagref (2008), pour un <b>effluent classique</b> (150 L, 120 g de DCO, 12g NK/j et par EH) le procédé Rhizostep® à <b>2 étages</b> respecte les objectifs de rejet précisés par l'arrêté du 22 juin 2007 au moins au <b>niveau des rendements</b>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surface utile réduite</li> <li>- Réduction des <b>coûts</b></li> <li>- Atteint les <b>performances minimales</b> fixées par l'arrêté du 22 juin 2007</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perte de <b>matériaux</b> calcaires, <b>tassement</b> des matériaux</li> <li>- Encrassement rapide, <b>curage</b> envisageable au bout de <b>7 ans</b></li> </ul>
		Bi-filtre®	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surface disponible limitée</li> </ul>	<p>Procédé Epur-Nature : construit jusqu'en 2007, réduction de l'emprise au sol de la station (étages superposés). Depuis 2007, en compétition avec FPRV à 1 seul étage (Annexe 6 : Bi-Filtre planté®). Dimensionné pour une surface utile de <b>2 m<sup>2</sup>/EH</b>. L'emprise total au sol est de <b>3 à 5 m<sup>2</sup>/EH</b>.</p>  <p><b>Figure 13 : conception d'un bi-filtre® (Cemagref2011)</b></p>	<p>Les performances attendues sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DCO : &gt; 85 % et 85 à 100 mg/L</li> <li>- MES : &gt; 89 % et &lt; 35 mg/L</li> <li>- NTK : 79 % et 16 mg/L</li> </ul>	<p>Les bi-filtres® effectuent un traitement <b>satisfaisant</b> pour les paramètres <b>MES et DCO</b>. Pour <b>l'azote</b>, le Cemagref pense qu'ils ne <b>peuvent pas garantir un rejet &lt; 20 mg/L</b>. La nitrification n'est pas complète.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emprise au sol réduite</li> <li>- Réduction des <b>coûts</b> d'investissement</li> <li>- Rendements correctes de la pollution carbonée et MES</li> <li>- Exploitation simplifiée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de <b>nitrification totale</b> - saturation du 2<sup>ème</sup> étage possible</li> <li>- Prévoir un <b>ouvrage de sureté</b> en cas de problème sur le 2<sup>ème</sup> étage (par exemple une zone de rejet végétalisée)</li> </ul>
	Filtre Horizontal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En cas de besoin de traitement de l'azote poussé</li> </ul>	 <p><b>Figure 14 : différents types d'alimentations d'un FPRH (cemagref, 2005)</b></p>	<p>Fonction de la configuration :</p>  <p><b>Figure 15 : différentes configurations pour le traitement de l'azote (Cemagref, 2007)</b></p>	<p>Il est utilisé dans les <b>zones sensibles</b> pour améliorer le traitement de l'azote. Les rendements sont différents en fonction de la configuration des filtres.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Dénitrification</b> quasi complète car passage en <b>anoxie</b> avec le FPRH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perte de <b>rusticité</b> si besoin d'électricité ou de source de carbone</li> <li>- Vérifier le <b>ratio Carbone/Azote</b></li> <li>- Etape limitante : <b>nitrification</b></li> </ul>	

## B. Cas particuliers

### 1. Dimensionnement pour les variations de charge

Le dimensionnement d'un filtre classique a été présenté dans le chapitre I.A. Ce dimensionnement est valable dans le cas d'une population permanente. Cependant, un grand nombre de communes sont soumises à des variations saisonnières de population dues au tourisme (village de vacances, camping, etc.). Dimensionner les installations sur une partie de la population limitée dans le temps entraîne un surdimensionnement et une emprise au sol plus importante.

Ainsi, le FPR peut être dimensionné en fonction d'une population non permanente (estivale). Cela nécessite au moins **1 m<sup>2</sup>/hab.** (sauf camping non raccordé la station de la collectivité) sachant qu'un habitant produit **50 g DBO<sub>5</sub>/j** (selon Cemagref).

Afin, de dimensionner la station selon le besoin de la collectivité, il faut déterminer une population équivalente (**E**) qui s'appuie à la fois sur la variation de population et la durée de cette variation. Le calcul de la population équivalente et le dimensionnement du filtre planté de roseau à 2 étages qui en découle sont expliqués dans le tableau 6.

Ces différents dimensionnements devraient permettre des rejets en DCO et NTK respectivement de 90 mg/L et 20 mg/L sous réserve que la population maximale de saison a correctement été définie. Cependant un dimensionnement différent est à prévoir si :

- les effluents en entrée sont très concentrés en NTK (NTK > 140mg/L)
- une exigence forte est demandée sur la nitrification (la surcharge limite cette étape)
- le réseau est unitaire (charge hydraulique trop importante)
- cas particulier : les campings (Cf. chapitre II.B.2)

**Tableau 6 : détermination de la population équivalente et du dimensionnement du filtre**

Durée de la variation	Population équivalente et Dimensionnement
<b>Moins de 10 jours</b> (Festivals, etc.)	Pas de surdimensionnement nécessaire : <b>2 m<sup>2</sup>/hab. permanent</b>
<b>10 jours à 2 mois</b> (type camping raccordé à la station de la collectivité)  <b>Surcharge organique (DCO et NTK) limitée à 200 %</b>	<p><b>Si : <math>\frac{\text{Population saisonnière (S)}}{\text{Population permanente (P)}} &lt; 2</math></b>            → Dimensionnement en fonction de l'habitat permanent :  <b>2 m<sup>2</sup> × hab. permanent</b></p> <p><b>Si : <math>\frac{\text{Population saisonnière (S)}}{\text{Population permanente (P)}} &gt; 2</math></b>            → Dimensionnement en fonction de l'habitat <u>maximum</u> en saison affecté d'un coefficient 0,5 (camping seulement) :  <b>2 m<sup>2</sup> × (0,5 × hab. saisonniers maximum)</b>            E</p>
<b>2 mois à 6 mois</b> (Villages Touristiques)  <b>Surcharge organique (DCO et NTK) limitée à 160 %</b>	<p><b>Si : <math>\frac{\text{Population saisonnière (S)}}{\text{Population permanente (P)}} &lt; 1,5</math></b>            → Dimensionnement en fonction de l'habitat permanent :  <b>2 m<sup>2</sup> × hab. permanent</b></p> <p><b>Si : <math>\frac{\text{Population saisonnière (S)}}{\text{Population permanente (P)}} &gt; 1,5</math></b>            → Dimensionnement en fonction de l'habitat <u>maximum</u> en saison affecté d'un coefficient 0,65<sup>1</sup> :  <b>2 m<sup>2</sup> × (0,65 × hab. saisonnier maximum)</b>            E</p>
<b>Quels jours réguliers dans la semaine</b> (activités de week-end : salles des fêtes, gîtes, etc.)	Dimensionnement autorisant une sur charge :  <b>2 m<sup>2</sup> × (moyenne pondérée entre hab. permanent + hab. saisonnier)</b>

Les bases de dimensionnement sur la pollution qui ont permis le choix de la surface du filtre du 1<sup>er</sup> étage en fonction de la population sont résumées dans le tableau 7 suivant :

**Tableau 7 : bases de dimensionnement en fonction de la variation de charge pour le 1<sup>er</sup> étage d'un FPRV**

Classique : 2m <sup>2</sup> /hab.	Camping : 0,75 m <sup>2</sup> /EH	Variation de charge : 1m <sup>2</sup> /hab. (durant la pointe)
- 100 g/DCO/m <sup>2</sup> /j - 8,3 NTK/m <sup>2</sup> /j - 37 cm de hauteur d'eau <sup>2</sup>	- 200 g DCO/m <sup>2</sup> /j - 25 g NTK/m <sup>2</sup> /j - 66 cm de hauteur d'eau	- 200 g DCO/m <sup>2</sup> /j - 16,6 g NTK/m <sup>2</sup> /j - 74 cm de hauteur d'eau

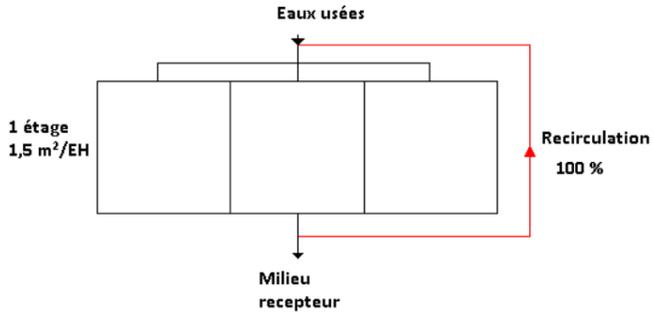
<sup>1</sup> Coefficient encore en étude, il sera fixé pour une valeur comprise entre 0,6 et 0,7 selon la marge de sécurité qui sera la plus pertinente.

<sup>2</sup> Il s'agit de la hauteur d'eau sur le casier en fonctionnement

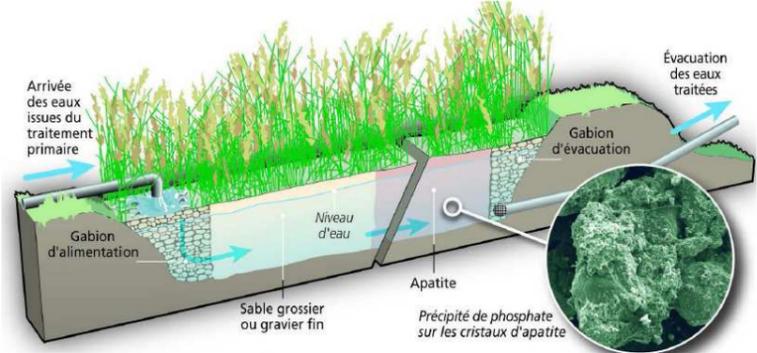
## 2. Cas des campings

Domaine d'application	Description	Performances attendues	Niveau de rejet	Avantages	Inconvénients
<p><b>Cas des campings</b></p>	<p>- Filtre à <b>écoulement vertical</b> et à <b>2 étages</b>.            - Fonctionne pendant <b>6 mois ½</b> (avril à mi-octobre) avec un afflux touristique durant <b>5 à 6 semaines</b> (juillet – août).</p> <p>Pollution journalière générée par un campeur :            - 100 L d'eau (80 L si économiseur d'eau dans le camping)            - 90 g de DCO            - 35 g DBO<sub>5</sub>            - 40 g de MES            - 11 g de NK            - 1,4 g Pt</p> <p>Dimensionnement à <b>0,75m<sup>2</sup>/campeur</b> :  <b>1<sup>er</sup> étage : 0,45 m<sup>2</sup>/campeur répartie en 3 cellules</b> soit 0,15 m<sup>2</sup>/campeur et par lit.  <b>2<sup>ème</sup> étage : 0,30 m<sup>2</sup>/campeur répartie en 2 cellules</b> soit 0,15 m<sup>2</sup>/campeur et par lit.</p> <p>Les campeurs génèrent de forte concentration en azote ceci est essentiellement dû à des habitudes alimentaires différentes et à une activité ménagère moindre (consommation d'eau réduite) selon l'étude du Cemagref de mars 2010.</p>	<p>Les performances attendues pour un FPR dimensionné pour les campings sont :</p> <p>- <b>DBO<sub>5</sub> : &gt; 90% et 15 mg/L.</b>            - <b>DCO : 91 % et 85 mg/L</b>            - <b>MES : &gt; 90% et ≈ 20 mg/L</b>            - <b>NTK : &gt; 75% et ≈ 35 mg/L</b></p> <p>Les rejets attendus sont ceux des 5 semaines de pleine saison (Annexe 7 : Cas du camping).</p>	<p>Les rendements et concentrations sont meilleurs durant la <b>phase de démarrage</b> et la <b>phase de fin</b> notamment au niveau de l'<b>azote</b> qui ne respecte pas les <b>performances minimales</b> requises par l'arrêté du 22 juin 2007 pour les stations de 2 000 à 10 000 EH.</p>	<p>- <b>Bon niveau</b> de rejet pour les paramètres <b>carbonés</b> et <b>MES</b></p> <p>- Nitrification quasi complète en dehors de la période de forte affluence</p> <p>- Faible <b>emprise au sol</b>.</p> <p>- <b>Filière très robuste</b> aux variations de charges hydraulique, organique et azotée</p>	<p>- Nitrification moins bonne pendant la période d'affluence</p> <p>- Augmentation des <b>surfaces utiles</b> des lits si restriction plus importante sur l'azote</p>

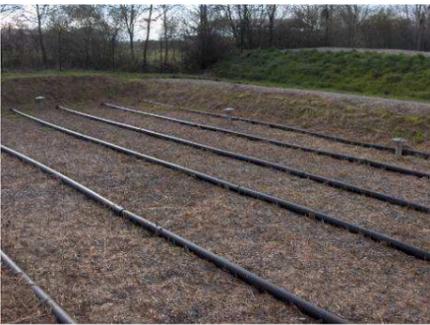
### 3. Cas des FPR à un seul étage

Domaine d'application	Description	Performances attendues	Niveau de rejet	Avantages	Inconvénients
<p><b>Cas du FPRV à 1 étage (1,5 m<sup>2</sup>/EH)</b></p> <p>- Pas de contrainte sur l'azote</p>	<p>FPR à écoulement vertical avec un seul étage dimensionné pour <b>1,5 m<sup>2</sup>/EH</b> divisé en 3 lits parallèles en avec un fonctionnement en alternance : <b>3,5</b> jours d'alimentation et <b>7</b> jours de repos.</p> <p>La <b>charge organique</b> appliquée est de <b>40 g DBO<sub>5</sub>/m<sup>2</sup></b> (contre 50 g de DBO<sub>5</sub> pour un dimensionnement à 1,2 m<sup>2</sup>/EH)</p> <p>Le dimensionnement à 1,5 m<sup>2</sup>/EH permet une plus grande <b>souplesse</b> sur les <b>charges hydrauliques</b> et un <b>allongement de la durée du stockage</b> des boues (+ 25 %) selon le SATESE 81 (journée eprac 2011).</p>	<p>Le FPR à 1 seul étage permet selon l'étude du SATESE 81 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>DBO<sub>5</sub> : 90% et 16 mg/L</b></li> <li>- <b>DCO : 78 % et 89 mg/L</b></li> <li>- <b>MES : 88 % et 12 mg/L</b></li> <li>- <b>NTK : 67% et 19 mg/L</b></li> <li>- <b>Pt : 36% et 5 mg/L</b></li> </ul>	<p>Respecte les <b>performances minimales</b> de l'arrêté du 22 juin 2007 pour les stations de moins de 2 000 EH (en rendement ou en concentration)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exploitation simplifiée</li> <li>- Réduction des <b>coûts</b> car réduction de la <b>surface</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difficulté de <b>respecter le niveau de rejet</b> si les roseaux et la couche de boue ne sont pas assez développés (1<sup>ères</sup> années : <b>eaux turbides</b>)</li> </ul>
<p><b>Cas du FPRV à 1 étage (1,5 m<sup>2</sup>/EH) avec recirculation</b></p> <p>- Rejet basé sur les <b>rendements</b></p> <p>- Faible emprise au sol</p> <p>- <b>Affinage</b> du traitement sur les rejets d'<b>azote</b> avec la recirculation</p>	<div style="text-align: center;">  <p><b>Figure 16 : FPR à 1 étage avec recirculation</b></p> <p>FPR à écoulement vertical avec un seul étage : 3 lits parallèles en avec un fonctionnement en alternance comme un FPR classique (<b>3,5</b> jours d'alimentation et <b>7</b> jours de repos). Une <b>lame crénelée</b> permet l'ajustement du taux de recirculation</p> <p>Dimensionné à <b>1,5 m<sup>2</sup>/EH</b> de surface utile afin de ne pas dépasser la <b>charge hydraulique de 0,7 m/j</b> sur le filtre en fonctionnement.</p> <p>Taux de recirculation de <b>100 %</b> pour respecter le niveau de <b>35 mg de DBO<sub>5</sub>/L</b> et obtenir un rejet de 30 mg de NTK /L.</p> </div>	<p>Les performances attendues sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>MES : 90 %</b> si la charge (recirculation incluse) &lt; <b>150 g/m<sup>2</sup>/j</b></li> <li>- <b>DCO : 80%</b> (≤ <b>120 mg de DCO/L</b> pour des concentrations d'entrée brutes &lt; 1 100 mg de DCO/L)</li> <li>- <b>DBO<sub>5</sub> : 85%</b>(≤ <b>25 mg de DBO<sub>5</sub>/L</b> pour des concentrations d'entrée brutes &lt; 350 mg de DBO<sub>5</sub>/L)</li> <li>- <b>NTK : 30 mg/L</b> (<b>dénitrification</b> de l'ordre de <b>15 % en hiver et 50% en été</b>)</li> </ul>	<p>Respecte les <b>performances minimales</b> de l'arrêté du 22 juin 2007 pour les stations de moins de 2 000 EH (en rendement ou en concentration) sous réserve de respecter les <b>prescriptions de taux de charges</b> et de <b>concentration des eaux brutes</b> en entrée.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Affinage</b> des performances du FPR à 1 étage</li> <li>- Simple d'exploitation (déplacement de la lame crénelée)</li> <li>- Faible emprise au sol</li> <li>- Coût d'investissement moindre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prévoir une <b>zone de finition</b> pour affiner la <b>filtration (MES)</b> car absence de système tampon sur le filtre : pas de gain de <b>surface</b>.</li> <li>- Electricité sur la station donc <b>perte de rusticité</b></li> <li>- Performances épuratoires dépendantes du taux de charge (MES notamment)</li> <li>- Augmentation du <b>débit</b> avec la recirculation donc forte <b>charge hydraulique</b> : limitation du traitement du <b>NTK</b></li> </ul>

4. Cas du traitement du phosphore par FPR

Domaine d'application	Description	Performances attendues	Niveau de rejet	Avantages	Inconvénients								
<p><b>Cas du Phosphore</b></p> <p>- Même domaine d'application que les FPR classiques</p> <p>- Traitement du P adapté aux petites collectivités</p>	<p>- L'apatite : roche naturelle de phosphate de calcium qui permet la rétention des ortho-phosphates.</p> <p>- Cinquantaine de types d'apatite différents, ils peuvent être d'origines ignés, sédimentaires ou insulaires.</p> <p>- Les mécanismes de rétention du phosphore sont de deux types : le piégeage par adsorption prépondérant durant les premières années (1 à 4 ans), et le piégeage par précipitation prépondérant sur le long terme.</p> <p>- Le filtre est soit à écoulement vertical (apatite remplaçant la couche intermédiaire) soit à écoulement horizontal (apatite placé en fin d'écoulement : DCO &lt; 150 mg/L)</p>  <p><b>Figure 17 : FPRH garnie d'apatite (présentation efnac, 2010)</b></p> <p>- Le filtre à écoulement vertical doit être saturé en eaux pour un meilleur temps de séjour et contact eaux/apatite (Annexe 8 : Cas du phosphore par les filtres garnis d'apatite)</p> <p>- un filtre à écoulement vertical est préférable selon le Cemagref (système en cours d'étude par le Cemagref)</p>	<p>Les performances obtenues sont fonction des objectifs fixés :</p> <p><b>Tableau 8 : différentes configurations de filtres garnis d'apatite</b></p> <table border="1" data-bbox="1377 531 2071 1136"> <thead> <tr> <th>Objectifs</th> <th>Pas d'objectif sur l'azote</th> <th>Nitrification</th> <th>Nitrification et Dénitrification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Configurations</td> <td>FPRV à 1 étage (1,2 m<sup>2</sup>/Eh) + Filtre apatite (1 m<sup>2</sup>/Eh) (FPRV ou FPRH)</td> <td>FPRV à 2 étages classiques + Filtre apatite (FPRV ou FPRH)</td> <td>FPRV à 1 étage (1,2 m<sup>2</sup>/Eh) + FPRH garnis d'apatite (&gt; 2 m<sup>2</sup>/Eh) + FPRV à 1 étage (&gt; 1,5 m<sup>2</sup>/Eh) avec recirculation en tête de FRPH</td> </tr> </tbody> </table>	Objectifs	Pas d'objectif sur l'azote	Nitrification	Nitrification et Dénitrification	Configurations	FPRV à 1 étage (1,2 m <sup>2</sup> /Eh) + Filtre apatite (1 m <sup>2</sup> /Eh) (FPRV ou FPRH)	FPRV à 2 étages classiques + Filtre apatite (FPRV ou FPRH)	FPRV à 1 étage (1,2 m <sup>2</sup> /Eh) + FPRH garnis d'apatite (> 2 m <sup>2</sup> /Eh) + FPRV à 1 étage (> 1,5 m <sup>2</sup> /Eh) avec recirculation en tête de FRPH	<p>Avec un matériau pur à 90 %, il est possible d'atteindre des concentrations en phosphore total inférieures à 0,5 mg de P /L.</p>	<p>- Durée de vie de l'apatite : &gt; 15 ans (similaire à la station)</p> <p>- Si matériau pur à 90% filtre plus petit donc moins cher</p> <p>- Ouvrage de bâchée non nécessaire car les filtres doivent être saturés en eau</p>	<p>- Radioactivité liée à l'apatite (risque sur la santé négligeable si &lt; 30h de travail/an)</p> <p>- Difficultés d'approvisionnement car nécessite un matériau pur à 90% pour un traitement optimum</p> <p>- Difficulté de conditionnement granulométrique de l'apatite (vendu sous forme de poudre au Maroc)</p>
Objectifs	Pas d'objectif sur l'azote	Nitrification	Nitrification et Dénitrification										
Configurations	FPRV à 1 étage (1,2 m <sup>2</sup> /Eh) + Filtre apatite (1 m <sup>2</sup> /Eh) (FPRV ou FPRH)	FPRV à 2 étages classiques + Filtre apatite (FPRV ou FPRH)	FPRV à 1 étage (1,2 m <sup>2</sup> /Eh) + FPRH garnis d'apatite (> 2 m <sup>2</sup> /Eh) + FPRV à 1 étage (> 1,5 m <sup>2</sup> /Eh) avec recirculation en tête de FRPH										

### C. Modes d'alimentations des filtres

		Etages	Dispositifs	Préconisations théoriques	Avantages	Inconvénients
Filtre à écoulement Vertical	Gravitaire	1 <sup>er</sup> étage et 2 <sup>ème</sup> étage	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>Rampe aérienne en H</u></li> </ul>  <p>Figure 18 : rampe posé sur le lit (Pomarez)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessité d'un dispositif anti-affouillement</li> <li>- Un point d'alimentation tous les <b>50 m<sup>2</sup></b></li> <li>- Rampe <b>ancrée</b> au fond du filtre</li> <li>- Rampe fixée par le <b>dessous</b>.</li> <li>- Démontable</li> <li>- En inox ou aluminium</li> </ul>	- Rustique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessité d'être ancrée au fond du filtre pour éviter des modifications de l'homogénéité de l'écoulement (point haut et bas comme le montre la figure 18)</li> <li>- Eviter la fixation de la rampe par le côté : linéarité bouge (point haut et bas Cf. Annexe 4)</li> <li>- Gênante lors du faucardage (ralentissement) et du curage si non démontable.</li> <li>- Pas de PVC (dégradation rapide par les UV)</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>Rampe aérienne perforée</u> (Cf. figure 12)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessité d'un dispositif anti-affouillement</li> <li>- Rampe <b>ancrée</b> au fond du filtre</li> <li>- Rampe fixée par le <b>dessous</b>.</li> <li>- Démontable</li> <li>- En inox ou aluminium</li> <li>- Rhizostep® principalement.</li> </ul>	- Rustique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PVC</li> <li>- Si débit trop fort, trous dirigés vers le haut.</li> <li>- Encrassement (purge)</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>Rampe aérienne elliptique</u></li> </ul>  <p>Figure 19 : procédés Régul'Fluide *</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessité d'un dispositif anti-affouillement (<b>graviers roulés 20/40</b>)</li> <li>- Rampe <b>ancrée</b> au fond du filtre</li> <li>- Rampe fixée par le <b>dessous</b>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rustique</li> <li>- Répartition très <b>homogène</b></li> <li>- Filet d'eau régulier sur toute la longueur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de PVC</li> <li>- Affouillement entre les graviers et le sable sur le 2<sup>ème</sup> étage</li> <li>- Mauvaise répartition si plus de 10 jours de gel consécutif</li> <li>- Isolement des casiers pour réduction de la surface impossible.</li> </ul>
	2 <sup>ème</sup> étage	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>Tuyau au sol</u></li> </ul>  <p>Figure 20 : station de Bonrepos sur Aussonnelle</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Drains perforés sur les cotés et en dessous.</li> <li>- Nécessité d'un dispositif anti-affouillement si pression trop importante.</li> <li>- Espacement tous les <b>1,5 m</b> environ</li> <li>- Pour très petite station : canalisation non perforée en inox avec déversoir en V (alimentation en continu, Annexe 4 : Photos de stations visitées)</li> </ul>	- Rustique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Encrassement</b> possible (purge)</li> <li>- Bouchage par les rhizomes des roseaux possible.</li> </ul>	
Gravitaire ou refoulement	1 <sup>er</sup> étage et 2 <sup>ème</sup> étage	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>Puits artésiens</u></li> </ul>  <p>Figure 21 : station de Lugaigac</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation possible des puits artésiens en mode gravitaire.</li> <li>- Nécessité d'un dispositif anti-affouillement</li> <li>- Un point d'alimentation tous les <b>50 m<sup>2</sup></b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possibilité d'attirer une pompe par massif</li> <li>- Possibilité d'avoir une purge automatique.</li> <li>- Canalisation en PVC possible</li> <li>- Si bouche en PVC : peu cher</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stagnation des eaux dans les canalisations en <b>mode gravitaire</b>, si pas de <b>fuites</b> aménagées dans le lit. En cas de fuites, baisse du niveau de traitement.</li> <li>- Stagnation des eaux en <b>mode refoulement</b>, si pas de <b>purge</b> entre chaque bâchée ou au changement de lit (septicité / <b>bouchon de gel</b>)</li> <li>- Si refoulement : perte de rusticité.</li> </ul>	

		Etages	Dispositifs	Préconisations théoriques	Avantages	Inconvénients
Filtre à écoulement Vertical	Gravitaire ou refoulement	2 <sup>ème</sup> étage	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>Gicleurs</u></li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Type arrosage</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisés pour les <b>petites stations</b> (≈ 120 EH)</li> <li>- <b>petits débits</b></li> <li>- Répartis tous les <b>40 cm<sup>2</sup></b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Répartition plus <b>homogène</b>.</li> <li>- Pas de dispositif anti-affouillement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Encrassement</b> rapide</li> <li>- Nécessité d'un <b>lavage</b> annuel</li> </ul>
	Dispositifs anti affouillement	1 <sup>er</sup> étage et 2 <sup>ème</sup> étage	Plaques inox ou aluminium (figure 21)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rectangulaires</li> <li>- Dimensions minimum : 40 x 40</li> <li>- Souvent retrouvées autour des puits artésiens (figure 21)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Légères</b></li> <li>- S'élèvent en même temps que le lit de boue</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- S'élèvent de <b>biais</b> (non parallèle au lit de boue)</li> <li>- Création de chemins préférentiels</li> <li>- Doivent être remises droite une fois par an lors du faucardage</li> <li>- Cher</li> </ul>
			Plaques béton	 <p style="text-align: center;"><b>Figure 22 : installation pour un bilan 24h par le SATESE 24 (Saint Amand de Coly)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rectangulaires</li> <li>- Dimensions minimum : 40 x 40</li> <li>- Souvent retrouvées pour les alimentations gravitaires</li> <li>- Peu être entourées de gros graviers (figure 18)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Restent droite</li> <li>- Pas de chemins préférentiels</li> <li>- Peu cher</li> </ul>
		2 <sup>ème</sup> étage	Graviers (figure 19 et figure 20)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le <b>long des trous</b> d'alimentation des tuyaux au sol</li> <li>- Parfois au dessus de la couche de sable Cemagref (granulométrie : <b>4/14</b>)</li> <li>- <b>50 cm</b> de chaque côté de la canalisation elliptique (procédé Regul'Fuide)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cassent le flux</li> <li>- Si sur toute la surface : limite la pousse des <b>adventices</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si sur toute la surface : cher en matériaux</li> </ul>
Filtre à écoulement Horizontal	Gravitaire ou refoulement	1 <sup>er</sup> étage et 2 <sup>ème</sup> étage (figure 14)	Tranchée	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caniveau en charge par rapport au niveau d'eau dans le lit et devant gabion d'alimentation</li> <li>- Gabion de granulométrie <b>60/100</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Répartition <b>homogène</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Décantation possible des MES dans le caniveau.</li> <li>- <b>Colmatage</b> des gabions</li> </ul>
		Rampe d'alimentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tuyaux percés (fente)</li> <li>- Multitude de points d'alimentations</li> <li>- Posée sur gabion de granulométrie <b>60/100</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Orientable</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si enterrée : <b>colmatage</b> par les rhizomes des roseaux, aucune visualisation.</li> <li>- <b>PVC</b></li> <li>- Colmatage rapide des encoches.</li> </ul>	

\* le procédé Regul'Fluide a été breveté par les Frère Naves et est exploité par JT Regul'Fluide et le groupe Sévigné

## D. L'exploitation générale de la station

### 1. Fréquence d'alimentation

L'alimentation des filtres à écoulement vertical se fait par alternance. Le guide des macrophytes préconise une alternance des lits tous les **3,5 jours** (soit 2 fois par semaine). Les lits du premier étage ont donc une phase d'alimentation de 3,5 jours et une phase de repos d'une semaine.

Le retour d'expérience permet de conclure qu'en majorité les stations respectent ce cycle d'alternance mais certaines stations ont un cycle d'alimentation plus long de 5 à 7 jours soit une période de repos de 2 ou 3 semaines. Les cycles sont parfois raccourcis en été.

Il est nécessaire de respecter une période de repos minimal des lits d'**une semaine** afin de limiter le développement bactérien (colmatage).

### 2. Le faucardage

C'est une tâche annuelle qui consiste à couper puis retirer les roseaux des filtres. Le faucardage permet de ne pas augmenter la vitesse d'accumulation de la couche de boue.

#### a) **Exploitation selon les capacités**

Pour les stations de capacités comprises entre 0 et 500 EH, le faucardage prend **16h** soit 2 jours agent/an (à raison de 8h/jour). Il faut environ 2 à 3h à un homme pour faucarder 100 m<sup>2</sup> de roseaux (enlèvement des roseaux compris). Il arrive que les sociétés fermières ou les communes n'ayant pas d'employé communal externalisent cette tâche. Le faucardage est effectué par une à dix personnes en fonction de la capacité de la station. Souvent le désherbage est effectué en même temps.

#### b) **Les filtres à écoulement horizontal**

Pour les filtres à écoulement horizontal, le faucardage n'est pas nécessaire selon le Cemagref. Cependant, le retour d'expérience (station de Pomarez) montre que les roseaux se couchent sur le filtre empêchant les nouvelles pousses de se développer. Le faucardage est donc **conseillé**, mais aussi plus difficile car les roseaux sont plus haut que ceux des filtres à écoulement vertical (3 à 5 m de haut).

#### c) **Périodes de faucardage**

Le faucardage est possible à deux périodes : Octobre-Novembre et Janvier – Février – Mars. Le tableau 9 présente les avantages et les inconvénients de chacune des périodes.

**Tableau 9 : avantages et inconvénients des périodes de faucardage**

Octobre – Novembre		Janvier – Février – Mars	
<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>	<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
- Roseaux droit - Travail moins pénible	- Pas de couvert végétal en hiver (moins isolé thermiquement) - Laisser la coupe pour protéger les lits pour le climat rigoureux - Repousse possible des roseaux en fonction du temps	- Couvert végétal tout l'hiver - Boues parfois gelées donc l'exploitant ne s'enfonce pas dedans - Roseaux secs, plus facile à couper	- Roseaux couchés - Travail souvent plus pénible.

#### d) **La hauteur de coupe**

Le Cemagref préconise une coupe des roseaux de **30 à 40 cm** afin de ne pas noyer les roseaux. L'intervalle de taille observé peut aller de 10 à 40 cm. Aucun noyage des roseaux n'a été observé par les exploitants coupant les roseaux en dessous de 30 cm. Cependant les constructeurs préconisent une coupe entre **20 et 30 cm**.

Le faucardage est manuel et réalisé soit à la faux, soit à la débroussailleuse / taille haies. Les alimentations aériennes ralentissent le faucardage. Le ramassage des roseaux est le plus fastidieux.

**Remarque :**

La station de Nègrepelisse avait commandé, dans son marché, une machine à faucarder (qu'elle ne possède plus). Cette machine était montée sur roues et sa hauteur de coupe était fixée à 30 cm. La machine ne permettait pas la mise en bottes des roseaux pour un ramassage aisé. Une étude va être réalisée pour concevoir une machine à faucarder les roseaux en s'inspirant des machines de Camargue. Le principal problème étant le poids de la machine pour ne pas tasser les lits.

### e) Le devenir des roseaux

Les roseaux sont retirés des lits juste après la coupe ou au printemps avant la repousse, s'ils ont servi de couvert végétal (faucardés en Octobre – Novembre). Ils sont ensuite soit brûlés sur une aire dans la station, soit envoyés dans un centre de déchet vert pour **compostage**. Pour rendre cette dernière opération efficace, les roseaux doivent préalablement être **broyés**.

### 3. Le désherbage des espaces verts et des filtres

Il est important que les espaces verts soient entretenus, de façon à limiter l'apparition d'adventices ou d'arbres dans les filtres. Le désherbage est effectué soit par l'exploitant soit externalisé. La fréquence est alors généralement d'**1 à 2 fois par an**, ou **1 à 2 fois par mois** au printemps et en été pour les stations très enherbées. Les adventices le plus couramment rencontrées sur les stations sont : *le séneçon vulgaire, la vergette, le laiteron, la renouée, l'amarante, le panic, le liseron, l'ortie et les plants de tomates*.

Le désherbage des filtres est souvent réalisé juste après le faucardage et le ratissage de la surface des boues (évite la formation de croûte), puis au besoin tout au long de l'année (printemps / été). Les filtres sont désherbés soit **manuellement** soit par **noyage**. Dans certains cas un désherbant **sélectif** est utilisé contre le **liseron** mais ne doit avoir aucun effet sur les **graminées** (condition *sine qua non* d'utilisation).

Les 3 premières années sont particulièrement difficiles, le temps que les roseaux aient colonisé toute la surface des filtres. La colonisation est d'autant plus difficile, si les roseaux ont été plantés seulement autour des points d'alimentation et/ou que la station est en sous charge (< 20 %). En fonction des capacités, le désherbage manuel des filtres (pour une station bien entretenue) peut prendre entre **1 et 4 heures par semaine** à son démarrage.

Le désherbage par noyage consiste en l'alimentation d'un lit durant deux semaines afin de noyer les adventices. Cette opération ne peut être réalisée que lorsque les roseaux ont recommencé à pousser.

### 4. Le curage

Le curage des boues s'effectue lorsque la hauteur de boue atteint le bord de la revanche des parois ou lorsque le filtre est colmaté. La hauteur de boue généralement admise pour le curage est de **20 à 30 cm** en fonction de la hauteur de revanche. Le curage s'effectue tous les **13 à 20 ans (7 ans pour le procédé Rhizostep®)** selon la **charge reçue** par le filtre.

Seulement 2 stations ont déjà été curées en Adour-Garonne. Il s'agit de Gensac la Pallue (1 700 EH ; mise en route 1987) et d'Ars (1 050 EH : mise en route 1998), en Charente.

Le retour d'expérience préconise de réaliser le curage avant le **15 août** pour que les roseaux aient le temps de repousser avant l'automne. Le mois de **Mars** est le plus adapté à cette opération car les roseaux n'ont pas encore repoussé. Les roseaux repoussent ensuite rapidement dans les **2 mois ½** qui suivent.

De préférence, les engins de curage **ne doivent pas entrer** dans le filtre afin de ne pas tasser les matériaux. Dans le cas contraire, il serait intéressant de les déplacer sur des plaques métalliques pour mieux répartir la charge (utilisé au Danemark). Il est possible de **stocker** les boues sur une plateforme pour plus de souplesse entre le curage et l'épandage. Cela permet aux boues de se déshydrater un peu plus (25 à 30 % de matière sèche).

Le parc de FPR en Adour-Garonne est jeune, le curage des premiers filtres plantés de roseaux est envisagé d'ici les 2 à 3 prochaines années. Une estimation générale du coût du curage pourra ainsi être menée.

## 5. Fréquence de l'entretien

Les exploitants annoncent passer entre **30 minutes et 2h sur la station par semaine**. En cas de problème, ils y restent, bien évidemment, jusqu'à sa résolution.

Le tableau 10 résume toutes les tâches d'entretien que doit effectuer l'agent d'exploitation ainsi que leur fréquence et durée.

**Tableau 10 : fréquence des tâches d'entretien sur d'un filtre planté de roseaux**

Fréquence	Entretien	durée
<b>A chaque visite et/ou 1 fois par semaine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nettoyage du dégrilleur et du by-pass</li> <li>- Vérification du bon fonctionnement des ouvrages de bâchées et/ou du poste de relèvement</li> <li>- Noter le nombre de bâchées et/ou le temps de fonctionnement des pompes</li> <li>- Nettoyer les ouvrages de bâchées</li> <li>- Alternner le dispositif d'alimentation des filtres (purger le réseau par puits artésiens avant)</li> <li>- Contrôler visuellement si les dispositifs d'alternance n'ont pas de dépôt, si l'alimentation du filtre est homogène, s'il n'y a pas d'adventices ou d'arbres dans le filtre.</li> <li>- Palier les problèmes rencontrés lors du contrôle visuel</li> </ul>	30 min à 2 h
<b>Tous les mois</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manœuvrer les vannes pour éviter les grippages</li> <li>- Contrôler l'absence de corrosion dans les ouvrages de bâchées</li> </ul>	30 min 5 min
<b>Plusieurs fois par an</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hydrocurage du poste de relevage ou de ouvrage de bâchées dès que nécessaire</li> <li>- Désherber les abords de la station et élaguer les arbres</li> </ul>	1h 1 à 4h
<b>Tous les ans</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faucarder les roseaux</li> <li>- Nettoyer, au jet, les cheminées d'aération et les drains de récupération des eaux filtrées</li> <li>- Rehausser les arrivées des puits artésiens (tubes) ou des rampes d'alimentation si nécessaire.</li> <li>- Rehausser les plaques anti-affouillement bien horizontalement</li> <li>- Contrôler la hauteur de boue</li> </ul>	1 à 10 jours (durant l'opération de faucardage)
<b>Tous les 10-20 ans</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Curer les filtres</li> <li>- Changer l'apatite si le filtre en contient</li> </ul>	1 jour par lits

### III. Les filtres plantés de roseaux en zone de montagne

Le retour d'expérience sur les filtres plantés de roseaux en zone de montagne est quasi inexistant en France. Pourtant, cette problématique est primordiale car elle est liée aux enjeux des têtes de bassins versant. D'autant plus que les filtres plantés de roseaux classiques rejettent des nitrates dans le milieu et ne traitent pas le phosphore, deux accélérateurs de l'eutrophisation.

L'agence souhaite capitaliser la connaissance et le retour d'expérience sur les techniques d'assainissement utilisées en montagne pour répondre à l'une des priorités fixées dans son SDAGE 2010 – 2015. Dans ce contexte, une étude est en cours sur la technique intensive des Bioréacteurs à Membrane. En parallèle, L'Agence va commander une étude sur une technique plus rustique et extensive : les filtres plantés de roseaux, plus adaptés aux petites capacités.

Cette étude sera conduite par le Cemagref et permettra d'évaluer les performances des FPR en hiver, la résistance au gel des installations et d'établir à terme des préconisations de conception et des points de vigilance à observer. C'est pour cela qu'il m'a été demandé de recenser les FPR en zone de montagne et de sélectionner des FPR en vue de cette étude.

#### **A. Méthodologie**

La difficulté du recensement des FPR en zone de montagne, réside dans la définition d'une zone de montagne. La première approche de la problématique est de se référer au décret n°2004 – 69 du 16 janvier 2004 relatif à la délimitation des massifs montagneux. Ces territoires comprennent les communes reconnues (loi montagne du 9 janvier 1985) comme subissant des conditions de vie plus difficiles, freinant ainsi l'exercice de certaines de leurs activités économiques. Cela est lié entre autre à l'altitude, aux conditions climatiques et aux fortes pentes.

Les FPR en zone de montagne seront donc bien compris dans ce périmètre. Cependant, les territoires délimités par la loi prennent en compte l'altitude (supérieure à 600 m) et/ou les fortes pentes (supérieur à 30 %) et le découpage communal. La climatologie n'est pas prise en compte et les communes peuvent demander ou pas à bénéficier de la loi montagne.

Un affinage de la zone de montagne pour les filtres plantés de roseaux est nécessaire. Le Département des Connaissances des Systèmes d'Informations m'a donc aidé à compléter ma base de données avec des informations sur l'altitude à laquelle se situent les ouvrages et la pluviométrie moyenne (pluie et neige) sur l'année. Les données relatives à la pluviométrie sont des données fournies par Météo France sur une période de 30 ans. Les données que possède l'Agence sur les températures étaient incomplètes. Il aurait été intéressant de connaître le nombre de jour où la température est inférieure à 0°C et/ou le nombre de jours de gel. En effet, les problèmes rencontrés sur des FPR en altitude sont essentiellement dus au gel. La neige, elle, permettant l'instauration d'un couvert thermique sur les ouvrages.

Dans un article scientifique, A. Paulus (Annexe 9) considère les filtres plantés de roseaux en zone de montagne à partir de 400 m d'altitude en fonction de leurs expositions au soleil et au vent. Le temps d'exposition au gel, plusieurs semaines à plusieurs mois, est un critère important (manque d'information). Sur le bassin les filtres compris dans le territoire de montagne peuvent être à 200 m. De même, les plus faibles précipitations de neige dans la zone de montagne rencontrées sont de l'ordre de 20 mm. Ainsi, j'ai réalisé plusieurs cartes sous le logiciel MapInfo en fonction de l'altitude (à partir de 200 m), des chutes de neige (à partir de 20 mm de neige) et du couplage des informations (à partir de 200 m d'altitude avec un minimum de 20 mm de neige annuel).

Le retour d'expérience permettra d'affiner un peu plus les critères qui détermineront une zone de montagne pour les FPR.

## B. Caractérisation des filtres plantés de roseaux sur le bassin

Afin d'avoir des résultats pertinents par rapport aux délimitations législatives, la carte représentant les filtres en fonction de leur altitude a été créée à partir d'un minimum de précipitations neigeuses de 20 mm par an (Annexe 9 : Article sur les filtres plantés de roseaux en zone de montagne et Annexe 10 : Cartes du bassin Adour Garonne, (ii) p.110). Le bassin Adour-Garonne a donc potentiellement 132 filtres plantés de roseaux en zone de montagne. L'essentiel des FPR se situe dans le massif central mais les deux filtres les plus hauts du bassin sont dans les Pyrénées (en Haute Pyrénées).

Il s'agit d'Aulon (450 EH, 1 000m) et Azet (500 EH, 1 100m). Le tableau 11 présente le nombre de FPR en fonction de l'altitude avec un minimum de 20 mm de neige par an.

**Tableau 11 : nombre de FPR en fonction de l'altitude en Adour Garonne**

Altitude (en m)	Nombre de FPR
200 – 300	10
300 – 400	13
400 – 500	20
500 – 600	33
600 – 800	31
800 – 1 000	24
Supérieure à 1 000	2

Afin d'avoir une autre approche des filtres plantés, une carte de la répartition des FPR en fonction de la quantité de neige qu'ils reçoivent par an (en mm) a été faite (Annexe 10, (iii) p.111). Certains filtres plantés reçoivent un minimum de 20 mm de neige sans être dans le territoire de montagne, ils sont cependant à 200 m d'altitude minimum. Le tableau 12 illustre le nombre de FPR en fonction des précipitations de neige annuelles

**Tableau 12 : nombre de FPR en fonction des précipitations de neige en mm (altitude supérieure à 200 m dans le territoire de montagne)**

Précipitation de neige (mm)	Nombre de FPR
Supérieure à 200	7
100 – 200	27
90 – 100	7
80 – 90	5
70 – 80	15
60 – 70	8
50 – 60	12
40 – 50	11
30 – 40	28
20 – 30	21

Suite aux visites effectuées (Cf. C.2), il a été décidé que les filtres retenus pour l'étude du Cemagref seront situés à 200 m minimum et auront une précipitation de neige  $\geq 100$  mm, soit 34 filtres (85% sont dans la gamme 0 – 500 EH). Les exploitants de ces 34 stations<sup>3</sup> seront sollicités pour des informations complémentaires sur ces filtres. Il s'agira de connaître :

- l'exposition des filtres par rapport aux points cardinaux et aux vents dominants,
- la période de gel et la température minimale atteinte,
- la période de neige et la durée d'enneigement maximale des filtres,
- la période de faucardage et si les roseaux sont laissés en couvert végétal durant l'hiver,
- si la station subit des variations de charge importante durant l'année (activités saisonnières),
- si l'exploitant rencontre ou a rencontré des difficultés dues au gel sur la station,
- la station météorologique la plus proche.

<sup>3</sup> Parmi les 34 stations sélectionnées (Annexe 9, (v) p.113), 24 ont été construites en zone sensible au phosphore. Toutes sont dans la gamme 0 – 2 000 EH (exclu), elles ne sont donc pas soumises aux objectifs de rejets pour l'azote et le phosphore en zone sensible de l'arrêté du 22 juin 2007.

Parallèlement, des informations sur l'autosurveillance seront extraites de la base de données de l'Agence (bilan et commentaires des SATESEs, taux de charges hydraulique et organique).

## C. Retour d'expérience

### 1. La bibliographie

Plusieurs problèmes liés au froid sur les stations en montagne ont été soulignés :

- les refus dégrillage se collent sur les grilles,
- le gel bloque les organes mobiles des appareils électromécaniques,
- les cheminements des eaux sur les massifs filtrants se ferment :
  - l'aération des filtres au repos est perturbée,
  - les eaux peuvent être retenues en surface par le gel (flaquage).

### 2. Les visites

Au moment de la réalisation du rapport, j'ai pu réaliser 7 visites de filtres plantés de roseaux en zone de montagne. Selon les exploitants, deux filtres plantés de roseaux peuvent être considérés comme subissant des contraintes de montagne (Oust et Saurat). Les critères qui permettent cette affirmation sont résumés dans le tableau 13.

**Tableau 13 : critères de détermination pour un FPR en zone de montagne**

Commune (dep)	altitude	Neige moyenne (mm)	Gel	Commentaire
Moncaup (31)	554 m	74,3 (8 jours)	La nuit	La station est en fond de vallée, la neige ne tient pas
Mirandol-Bournounac (81)	366 m	20,2	-	Faucardage de fin janvier à début mars à raison d'1h par semaine
Fabas (09)	369 m	25,8	-	Nouvel exploitant
Oust (09)	489 m	135,153	De novembre à mars	En fond de vallée protégée du vent et bien ensoleillé
Salmiech (12)	583 m	60,36	De novembre à Février	Sur un coteau ensoleillé et exposée au vent (vent du midi, dominant)
Saurat (09)	634 m	140,2	Tous les jours de novembre à mars/avril	Exposé versant sud à l'abri du vent
Serre sur Arget (09)	512 m	50,3	-	Technicien responsable absent

Les Communes de Moncaup, Mirandol-Bournounac, Fabas et Serre sur Arget n'ont apparemment pas rencontré de problèmes liés au froid en hiver et ne prennent aucune disposition particulière.

Les différents constructeurs rencontrés (Epur-Nature et Sade) certifient que les problèmes liés au gel sont compris dans les marges de dimensionnement d'un filtre planté de roseaux classique (2m<sup>2</sup>/EH). Les stations ayant de fortes contraintes thermiques ont leur système d'alimentation **enterré à 90 cm** de profondeur pour empêcher la stagnation des eaux à l'air libre. Tous les ouvrages sont enterrés et/ou protégés par des **tampons isolants**.

- En mode gravitaire, la **vitesse** d'arrivée sur les filtres doit empêcher la stagnation de l'eau dans les canalisations. Les tuyaux posés au sol sont **percés** sur leur zone de contact avec le sol (non spécifique à la montagne) pour limiter la stagnation des eaux. Il arrive, dans le cas des rampes aériennes elliptiques, qu'une **pellicule de gel** se forme dans les rampes après une dizaine de jours de gel, modifiant ainsi la répartition des eaux (Salmiech).
- En mode non gravitaire, un tampon de glace peut se former si la **vidange de la canalisation** d'arrivée d'eau sur les filtres n'a pas été réalisée. Si le massif filtrant à une pompe attitrée le constructeur aura pris soin d'installer une vidange automatique après chaque bâchée. Dans le cas où le massif filtrant n'a pas de pompe attitrée, le constructeur installe une **purge du réseau** que l'exploitant devra manœuvrer à chaque changement de lit.

Les problèmes liés au gel ne sont pas spécifiques à la montagne. En effet, il arrive quelque fois que des problèmes similaires se posent en plaine. Ils sont plus difficiles à gérer car l'exploitant n'y est souvent pas préparé.

La station de Saurat (09) ne possède pas d'ouvrages enterrés : son alimentation est gravitaire et la répartition des eaux sur les lits est aérienne. Afin de limiter l'action du gel sur les filtres, les roseaux sont faucardés en octobre – novembre (premières chutes de neige) et laissés sur les filtres jusqu'à mars. La station atteint en hiver les performances minimales fixées par l'arrêté du 22 juin 2007 (Annexe 11 : Bilan d'autosurveillance ).

La station d'Oust a une alimentation des lits réalisée par des puits artésiens (refoulements). Les roseaux sont faucardés en octobre et retirés immédiatement des lits. De part l'ensoleillement, la neige et le gel ne tiennent pas plus d'un jour sur les filtres. Comme Saurat, la station atteint en hiver les niveaux de performances minimales requis par l'arrêté du 22 juin 2007 (Annexe 11).

Toutefois pour ces deux stations, les charges hydraulique et organique reçues sont d'environ 20 à 30 % de la capacité nominale. Tous les raccordements n'ont pas encore été réalisés. Il faudra fiabiliser l'information de la charge reçue pour retenir ces sites en vue de l'étude ou préconiser de différer le suivi (fin 2012 ?) afin que les raccordements complémentaires se fassent sinon il sera difficile de conclure sur les performances atteintes.

Pour les investigations futures, il conviendrait que la sélection de stations reçoive une charge suffisante c'est-à-dire supérieure ou égale à 50 %.

### 3. Cas de la Lozère : préconisation du SATESE

La Lozère possède plusieurs FPR à plus de 800 m d'altitude correspondant pour ce département à des conditions climatiques rudes : 20 – 30 jours avec des températures égales à – 20 °C. Les FPR de Lozère sont soumis à des variations de charge saisonnière, et les apports d'eau en hiver sont très faibles. Néanmoins, les FPR de La Chaze de Peyre (Lasbros)<sup>4</sup> (150 EH ; 2009) construit par Somatra et Saint Maurice de Ventalon<sup>5</sup> (100 EH ; 2001) construit par REEB seraient selon le SATESE très intéressants à suivre.

Le retour d'expérience du SATESE 48, lui permet de faire quelques préconisations en termes de conception, réalisation et exploitation auprès des communes et des constructeurs qui sont décrites dans le tableau 14.

**Tableau 14 : Préconisation de conception / réalisation et exploitation du SATESE de Lozère**

Conception / Réalisation	Exploitation
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Revanche initiale de 60 cm</b> de haut pour éviter les problèmes d'hydraulique en hiver dus au gel et à la neige car prise en compte de l'augmentation de la couche de boue au cours du temps</li> <li>- Alimentation <b>uniquement gravitaire et aérienne</b></li> <li>- <b>Pas de points bas</b> dans les ouvrages de stockage de l'eau (bâchées, ouvrage de répartition...) qui pourrait geler</li> <li>- <b>renforcement</b> des structures porteuses</li> <li>- <b>tampon de protection thermique</b> (hivernal) pour les ouvrages de bâchées et de répartition</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le <b>faucardage</b> est effectué en <b>mars</b> afin d'avoir une protection thermique des lits en hiver.</li> <li>- <b>Nettoyage des rampes</b> d'alimentation avant l'hiver (enlèvement de tous dépôts).</li> <li>- Si les rampes sont <b>elliptiques, nettoyage à la raclette</b> avant tout changement d'alimentation de lits (au moins 1 fois par semaine) pour éviter que des dépôts gèlent et gênent l'alimentation des lits.</li> <li>- Ouverture de la <b>purge</b> sur les rampes d'alimentation des lits du 2<sup>ème</sup> étage (tuyaux au sol) pour que l'écoulement soit homogène.</li> </ul>

<sup>4</sup> En projet dans la base de données de l'agence.

<sup>5</sup> Saint Maurice de Ventalon à fait l'objet d'un suivi en 2003 par le Cemagref.

Le SATESE a constaté que les communes possédant un FPR sur le département ont des rejets très faibles en hiver. Le SATESE souhaite proposer un fonctionnement sur 3 lits en 6 casiers pour diminuer le volume des bâchées et le temps de séjour des eaux usées dans ces dernières notamment pour des raisons de septicité et de sensibilité au gel en hiver.

La technique des rampes elliptiques est tr  répandue dans le département et donne entière satisfaction selon le SATESE 48 car elle permet une répartition homogène des eaux sur les lits.

Les FPR de Lozère ont préférentiellement :

- des siphons auto-amorçant comme ouvrages de bâchées,
- un 2<sup> me</sup>  tage alimenté par des tuyaux perforés posés sur 50 cm de gravier.

#### **4. Conclusion sur les filtres plantés de roseaux en zone de montagne**

Les visites effectuées sur le territoire de la loi montagne à différentes altitudes et pour différentes conditions météorologiques ont permis d'établir une définition d'une zone de montagne pour un FPR. Les problèmes de gel ne sont pas spécifiques à la montagne toutefois la période de gel y est nettement plus longue et plus rigoureuse. Les exploitants contact s précisent souvent que leur entretien s'adapte aux saisons.

Il aurait été intéressant de définir une zone de montagne non seulement avec les chutes de neige, qui correspondent généralement au période de gel, mais aussi en s'appuyant sur les informations relatives aux températures (nombre de jour de gel et température minimale moyenne). Toutefois, le questionnaire en cours d'élaboration pour poursuivre cette mission permettra de recueillir des données locales auprès des exploitants. De plus, en l'absence de données sur les températures, le Cemagref pourra instrumenter en sonde de température les sites retenus.

## Conclusion

Cette étude a permis de fournir, au service Intervention du Département des Collectivités Territoriales, un état de l'art sur la technique des filtres plantés de roseaux pour l'épuration domestique, sur le bassin Adour-Garonne. J'ai ainsi pu réaliser une synthèse de la bibliographie existante sur la technique « filtres plantés de roseaux », et la compléter par des contacts multiples avec des experts de ce procédé (constructeurs et organismes publics) ainsi que par des visites d'installations en exploitation sur le bassin.

Au-delà de cet état de l'art, j'ai proposé des préconisations qui pourront être prises en compte dans la nouvelle version de l'application « gestion des ouvrages » de l'Agence. Ces propositions portent sur la révision de la structure des champs à renseigner dans la base ouvrage (liste des équipements, libellés constructeur). Il conviendrait également d'instaurer des règles de bonnes pratiques de saisie des caractéristiques des ouvrages FPR dans cette base afin de pouvoir effectuer un suivi plus précis des différentes typologies de filtres : FPRV, un ou deux étages, FPRH, bi-filtres, etc., et sur les différentes configurations de cette technique.

Même si les statistiques sur les différentes configurations de cette technique n'ont pas été possibles, à la suite de mes entretiens et visites, il apparaît que la filière FPRV à un étage semble se développer lorsque les exigences du milieu sont faibles : la réglementation (arrêté du 22 juin 2007) permettant de se limiter pour les petites capacités (< 2 000 EH) à un rendement de 60 % sur la DCO et la DBO<sub>5</sub>. De plus, la majorité des filtres que j'ai pu étudier sont des FPRV classiques avec 2 étages car ils permettent d'atteindre des performances comparables à des procédés intensifs (type boues activées) pour la pollution carbonée et de satisfaire ainsi aux exigences de préservation des milieux récepteurs plus sensibles à cette pollution.

Les tableaux de synthèse décrivant les différentes configurations de filtres, ainsi que ceux relatifs aux équipements des stations et préconisations de dimensionnement en fonction du niveau de rejet seront à disposition des agents des délégations. Ils constitueront un outil d'aide à la décision pour les maîtres d'ouvrage et pour l'instruction des dossiers techniques par les agents des délégations.

Dans le cadre de ma mission complémentaire relative à l'étude des filtres plantés de roseaux en zone de montagne, j'ai défini une liste de filtres qui, par les conditions météorologiques et l'altitude, pouvaient être soumis à des contraintes propres au climat de montagne. Ce travail constitue la première étape de l'étude qui sera menée par le Cemagref. Les filtres sélectionnés feront l'objet d'une instrumentation pour un suivi sur un à deux ans qui devrait conduire, à terme, à des préconisations de conception, réalisation et exploitation de cette filière en zone de montagne.

Le filtre planté de roseaux est une technique robuste et souple à la fois qui permet sa déclinaison dans des domaines autres que les traitements des eaux usées, comme par exemple le traitement des eaux pluviales ou encore la déshydratation et le séchage des boues. Il semble que cette technique ait un bel avenir devant elle.

## Bibliographie

### Publications :

**Agence de l'eau Loire Bretagne, AR SATESE, CNIDE – CNFME, office international de l'eau, 2008.** Bilan de fonctionnement des procédés de traitement des eaux usées pour les stations d'épuration de petite capacité du bassin Loire Bretagne. Recommandations pour l'exploitation des filtres plantés de roseaux à écoulement vertical et synthèse bibliographique. Limoges – juin 2008

**Agence de l'eau Rhin Meuse, 2008.** Recommandations pour le bon fonctionnement des stations d'épuration à filtres plantés de roseaux. Novembre 2008.

**Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse.** Epuration des eaux usées par des filtres plantés de macrophytes. Une étude bibliographique, 1999

**ALEXANDRE O., BOUTIN C., DUCHENE Ph., LAGRANGE C., LAKEL A., LIENARD A., ORDITZ D.** Filière dépuratoire adaptées aux petites collectivités – Document technique, FNDAE n°22, 1998.

**Commission Européenne, direction de l'eau du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Agence de l'eau, Office international de l'eau, Cemagref, 2001.** Guide procédés extensifs dépuratoire des eaux usées adaptés aux petites et moyennes collectivités (500-5000 eq-hab). 2001

**Conseil Général de la Charente.** Retour d'expériences sur la réalisation et le fonctionnement des filtres plantés de roseaux en Charente. 2003.

**Conseil général Morbihan, SATESE, étude 2008.** Filtres plantés de roseaux réalisation et fonctionnement dans le Morbihan. 2008

**COOPER D., GRIFFIN P., COOPER P.** Facteur affectant la longévité des filtres à écoulement horizontal en traitement tertiaire d'effluent domestique. – Ingénierie n° spécial 2004 – p.49 à 56.

**DERONZIER G., SCHÉTRITE S., RACAULT Y., CANLER J-P., LIÉNARD A., HÉDUI A., DUCHÈNE Ph.** Traitement de l'azote dans les stations d'épuration des petites collectivités – Document technique, FNDAE n°25, 2002.

**GRUPE MACROPHYTES ET TRAITEMENT DES EAUX, Agence de l'eau Rhône Méditerranée & Corse, 2005.** Epuration des eaux usées domestiques par filtre planté de Macrophytes. Recommandation techniques pour la conception et la réalisation version n°1. Juin 2005.

**Kayser K., Kunst S.** Processus en jeu dans les filtres plantés de roseaux à écoulement vertical : nitrification, transfert d'oxygène et colmatage.– Ingénieries n°spéciale 2004 – p. 33 à 40

**LIÉNARD A, 2010.** Les filtres plantés de roseaux à écoulement vertical et alimentés en eau usées brutes : bref historique et développement récents en France. 2010

**MAGE 42, Conseil général de la Loire, 2007.** Station dépuratoire des petites collectivités Recommandations issues du retour d'expérience M.A.G.E.– Octobre 2007

**MOLLE P. et PROST-BOUCLE S.** Déphosphatation des eaux usées par filtres plantés garnis d'apatites – Fiche technique.

**MOLLE P., LIENARD A., BOUTIN C., MERLIN G., IWERMA A.** Traitement des eaux usées domestiques par marais artificiels : état de l'art et performances des filtres plantés de roseaux en France.– Ingénieries n°spéciale 2004 – p. 23 à 32

**MOLLE P., LIENARD A.** Les Filtres plantés des roseaux en assainissement des petites collectivités : l'expérience française – Tribune de l'eau n° 641/1, 2007 – p17 à 29.

**MOLLE P, LIPEME KOUYI G., TOUSSAINT J-Y, TROESCH S., ESSER D., VAREILLES S., GUILLERMARD S.** Traitement des eaux usées urbaines de temps de pluie par filtres plantés de roseaux à écoulement vertical : approche globale du projet de recherche Segteup project. – Session 3.4, Novatech 2010.

**UHL M., DITTMER U.** Marais artificiels pour le traitement des surverses de déversoir d'orages – Point sur la pratiques et la recherche en Allemagne.– Ingénieries n°spéciale 2004 – p. 41 à 49.

### Conférences :

**Agence de l'eau Loire Bretagne, Office international de l'eau, AR SATESE, 2008.** Traitement des eaux usées pour les stations de petite capacité du bassin Loire Bretagne. CD-ROM. Le Mans

**Agence de l'eau Loire Bretagne, 2009.** Quels choix d'assainissement collectif en zones rurales ? – Journée technique, Le Mans, 23 septembre 2009.

**BOUTIN C., PROST-BOUCLE S., BOUCHER M., 2011.** Camping et Variation de Charges en Filtres Plantés de Roseaux. – Journée Technique EPNAC 21 et 22 septembre 2011.

**MOLLE P., 2009.** Traitement de l'azote et du phosphore sur filtre planté de roseaux. – Journée technique EPNAC 23 septembre 2009.

**MOLLE P., 2010.** Traitement du phosphore par matériaux apatitiques en filtres plantés de roseaux. – Journées techniques (document et présentation) EPNAC 21 et 22 septembre 2010.

**MOLLE P., PROST-BOUCLE S., LAGARRIGUE C., GARNAUD S., 2010.** Usage de la recirculation sur un étage de filtres plantés de roseaux à écoulement vertical – Pollutec 2010 Traitement des eaux usées, des boues et des matières de vidange pour les petites et moyennes collectivités.

**MOLLE P., PROST-BOUCLE S., 2011.** Note : superposition de 2 étages de filtres plantés de roseaux à écoulement vertical. Retour d'expérience issu de la station de Saint Michel l'observatoire (04), procédé Bi-filtre®, janvier 2011.

**MOLLE P., PROST-BOUCLE S., 2011.** Recirculation sur un étage unique de FPR : Limites de Traitement et Mode de Fonctionnement. – Journée Technique EPNAC 21 et 22 septembre 2011.

**VIGUIER C., 2011.** Performances et retour d'expérience des FPR à 1 seul étage à écoulement vertical dans le Tarn. – Journée Technique EPNAC 21 et 22 septembre 2011

### Articles :

**PAULUS A.** Association lagune – filtres plantés. Premier retour d'expérience – Techniques Scientifiques et Méthodes n°11, 2009

**PAULUS A.** Le filtre planté en pays de montagne – Eau, Industrie et Nuisances n°336, p 135 à 142 – novembre 2010.

**LUNEAU S.** Filtres plantés de roseaux : l'expérience du curage – Techni.cité n° 152 p.21 – 23 juin 2008.

### Site internet :

<http://www-old.cemagref.fr/informations/DossiersThematiques/PollutionEpuraton/Recherche17.htm>

**Cemagref., 2007.** Pollution et épuration. Epuration des eaux usées : quand le phosphore piège le phosphore – Dossier thématique, 6 juillet 2007.

<https://epnac.cemagref.fr/traitement-des-eaux/filtres-plantés-de-roseaux/>

### Fiche entreprise :

**Profils Etude.** Filtre d'apatite planté de roseaux

**Profils Etudes.** Choix de techniques d'assainissement adaptées aux communes et ruisseaux en tête de bassin versant – Elaboration d'un Guide Méthodologique. 2009

### Rapport de stage :

**G. AUPIAIS., 2008.** Suivi épuratoire « d'un couple de lagune-filtre planté de roseaux » et étude bibliographique sur les traitements complémentaires. Juin 2008.

**A. INSERRA.** Etude sur les filtres plantés de roseaux. 2004

## Annexes

Annexe 1 : Stations Visitées.....	43
Annexe 2 : Questionnaire adaptable à la station visitée.....	44
Annexe 3 : Caractérisation par département.....	48
Annexe 4 : Photos de stations visitées .....	87
Annexe 5 : Rhizostep® .....	96
Annexe 6 : Bi-Filtre planté ® .....	97
Annexe 7 : Cas du camping.....	98
Annexe 8 : Cas du phosphore par les filtres garnis d'apatite .....	99
Annexe 9 : Article sur les filtres plantés de roseaux en zone de montagne .....	100
Annexe 10 : Cartes du bassin Adour Garonne.....	108
Annexe 11 : Bilan d'autosurveillance .....	114

### Annexe 1 : Stations Visitées

dep	Nom de la STEP	Code Sandre	EH	Date mise en service de la STEP	Lib. Type Exploitation	Lib. Exploitant	Constructeur	traitement secondaire	
9	SERRES SUR ARGET (Sarret)	0509293V002	30	01/01/2004	Régie	COMMUNE	EPUR-NATURE	FP (2 étages)	m
33	MARIMBAULT	0533270V001	90	01/06/2005	Régie	SYNDICAT DE COMMUNES	SADE	FP (2 étages)	
31	BRIGNEMONT	0531090V001	120	30/01/2008	Régie	SYNDICAT DE COMMUNES	TDS	FP (2 étages)	
46	ST MATRE	0546278V001	120	19/06/1998	Affermage	SAUR FRANCE	AUTRE CONSTRUCTEUR	FP	
64	HAGETAUBIN (BOURG)	0564254V001	180	01/01/2008	Affermage	SAUR FRANCE	SAUR	FP	
9	FABAS N°2	0509120V002	190	01/12/2009	Régie	SYNDICAT DE COMMUNES	PHOCEEENNE DES EAUX	FP (2 étages)	m
40	DONZACQ	0540090V002	190	01/09/2008	Régie	COMMUNE	SADE	FP	
31	MONCAUP	0531348V001	195	01/01/2007	Régie	COMMUNE	EPUR-NATURE	FP (bifiltre)	m
24	SAINT AMAND DE COLY	0524364V001	200	03/10/2002	Régie	COMMUNE	ERCTP	FP	
24	BORREZE (BOURG)	0524050V001	200	20/06/2003	Régie	COMMUNE	ERCTP	FP (2 étages)	
40	CAUPENNE 2	0540078V002	200	01/06/2010	Affermage	SOGEDO	SADE	FP (2 étages)	
81	BEAUVAIS SUR TESCOU ( bourg)	0581024V002	200	01/04/2010	Régie	COMMUNE	PHOCEEENNE DES EAUX	FP	
33	SAUTERNE "MAHOURAT"	0533504V002	300	01/09/2006	Régie	COMMUNE	SADE	FP (2 étages)	
33	LUGAIGNAC	0533257V001	300		Affermage	LYONNAISE DES EAUX	SADE	FP (2 étages)	
33	PERISSAC	0533317V001	320	01/01/2006	Affermage	SOGEDO	SADE	FP (2 étages)	
32	SEGOUFIELLE	0532425V001	400	01/10/1992	Régie	COMMUNE	sogéa	lagnune(s) + FP (2 étages)	
31	BONREPOS SUR AUSSONNELLE	0531075V001	500	01/01/2001	Régie	COMMUNE	EPUR-NATURE	FP (2 étages)	
31	BLAJAN (Syndicat de la Barousse)	0531070V001	500	01/06/2007	Affermage	AUTRE	STAT	FP (2 étages)	
33	ST BRICE	0533379V001	500	01/07/2010	Affermage	SAUR FRANCE	SADE	FP (2 étages)	
81	MONTANS BOURG	0581171V002	500	01/06/2007	Régie	COMMUNE	EPUR-NATURE	FP (bifiltre)	
81	MIRANDOL BOURGNOUNAC	0581168V001	500	01/01/2003	Régie	COMMUNE	EPUR-NATURE	FP (2 étages)	
12	SALMIECH	0512255V001	560	01/08/2004	Régie	COMMUNE	NAVES - SEVIGNE	FP + FS	m
24	BADEFOLS SUR DORDOGNE (BOURG)	0524022V001	690	13/02/2008	Régie	COMMUNE	HERAUT	FP (2 étages)	
24	HAUTEFORT (BOURG)	0524210V002	700	01/01/1998	Régie	COMMUNE	VOISIN	FP	
31	AIGREFEUILLE N°2	0531003V002	800	01/07/2007	Régie	COMMUNE	EPUR-NATURE	FP (2 étages)	
31	BERAT(BV TOUCH)	0531065V002	1000	01/03/2009	Régie	COMMUNE	VOISIN	FP (2 étages)	
9	SAURAT (COMMUNALE)	0509280V001	1250	01/01/2007	Régie	S.M.D.E.A	EPUR-NATURE	FP (2 étages)	m
33	BEGUEY	0533040V001	1650	01/01/2009	Affermage	LYONNAISE DES EAUX	SADE	FP (2 étages)	
40	POMAREZ (COMMUNALE)	0540228V002	1650	01/01/2005	Affermage	SOGEDO	BAUTIAA T.P./ SINT	FPV + FPH	
33	ST SYMPHORIEN 2	0533484V003	1900	12/03/2007	Régie	COMMUNE	SADE	FP (2 étages)	
47	MONFLANQUIN 2	0547175V003	1900	01/06/2006	Affermage	SAUR FRANCE	SAUR	FP (2 étages)	
31	SAINT MARTORY N°2	0531503V002	2000	17/09/2009	Affermage	AUTRE	VALBIO	FP (2 étages)	
33	HOSTENS 2	0533202V002	2000	01/07/2010	Régie	COMMUNE	SOC	FP (2 étages)	
9	OUST	0509223V001	3000	01/07/2006	Régie	S.M.D.E.A	EPUR-NATURE	FP (2 étages)	m
82	NEGREPELISSE (COMMUNALE)	0582134V005	4000	07/04/2009	Régie	COMMUNAUTE DE COMMUNES	EPUR-NATURE	FP (2 étages)	

m = dans le territoire loi montagne de 2007

FP = Filtres plantés

dep = départements

lib. = libellé

R = Recirculation

0 - 200 EH
200 - 500 EH
500 - 1 000 EH
1 000 - 2 000 EH
2 000 EH et plus

**Annexe 2 : Questionnaire adaptable à la station visitée**

## Questionnaire Visite

Date de visite : \_\_\_\_\_

Nom de la station : _____	Capacité nominale : _____ EH
Nom de la commune : _____	_____ Kg DBO <sub>5</sub> /j
Code Sandre : _____	Réseau :
Date de mise en service : _____	<input type="checkbox"/> Séparatif
Type d'exploitation : _____	<input type="checkbox"/> Mixte _____
Exploitant : _____	<input type="checkbox"/> Unitaire
Numéro de Tel : _____	
Exutoire : _____	
Constructeur : _____	

Le réseau :

Neuf : \_\_\_\_\_

Ancien : \_\_\_\_\_

Projet de renouvellement :  Oui     Non     en cours

Projet de réhabilitation :  Oui     Non     en cours

Diagnostic réseau :  Oui     Non     en cours    Date : \_\_\_\_\_

Eaux claires parasites :  Oui     Non    Quantité : \_\_\_\_\_

Gestion des by-pass :  Bassin d'orage     Déversoir d'orage

By-pass avant dégrilleur     By-pass après dégrilleur

Rejet du by-pass dans : \_\_\_\_\_

Commentaires : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

La station :

Nombre de raccordés : \_\_\_\_\_

Raccordements prévus :  Oui     Non     en cours

Nombre de raccordement : \_\_\_\_\_

Population variable :  Oui     Non

Estival     Hivernal

Coût d'investissement : \_\_\_\_\_

Coût d'exploitation estimatif : \_\_\_\_\_

Travaux prévus :  Oui     Non     en cours

Sur :  réseaux     prétraitements     bâchée     répartition

lits     sortie

Commentaires : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Exploitation :

Électricité sur la station :  Oui     Non

Compteur propre à la station :  Oui     Non

Consommation : \_\_\_\_\_

Relevage sur station :  Oui     Non

Compteur de fonctionnement des pompes :  Oui     Non

Nombre de pompes : \_\_\_\_\_

Nombre de mise en route : \_\_\_\_\_

Manuel d'auto surveillance de la station :  Oui     Non

Temps passé par l'exploitant sur la station :

Nombre de jours : \_\_\_\_\_

Nombre d'heures par jour : \_\_\_\_\_

Coût horaire de l'agent d'exploitation : \_\_\_\_\_

Désherbage : \_\_\_\_\_

Temps passé pour le désherbage des filtres \_\_\_\_\_ de la station \_\_\_\_\_

Faucardage :  manuel  autre : \_\_\_\_\_

Temps consacré : heures / jour : \_\_\_\_\_ nombre de jours : \_\_\_\_\_

Nombre de personnes : \_\_\_\_\_

Commentaires : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Prétraitements :  Oui  Non : \_\_\_\_\_

Dégrilleurs :  Manuel  Automatique  Panier  Autre : \_\_\_\_\_

Nombre de dégrilleur :  1  2

Entrefer : \_\_\_\_\_ cm

Commentaires : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Alimentation :

Des filtres :  Gravitaire  Refoulement  Autre : \_\_\_\_\_

Volume des bâchées : \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup> soit \_\_\_\_\_ cm sur le filtre

Vidange de la bâchée :  Oui  Non où : \_\_\_\_\_

Ouvrage de bâchée :

Auget Basculant  Siphon cloche  Chasse à clapet

Electrovanne  Chasse pendulaire  Siphon auto-amorçant

Poste de Relèvement  Autre : \_\_\_\_\_

Commentaires : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Vannes de répartition :

Ouvrage de répartition accessible :  Oui  Non

Murale  Guillotine (AEP)  ¼ de tours clef

Guillotine à volant  Guillotine AEP à volant  autre : \_\_\_\_\_

Commentaire : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Filtre Vertical :

1 étage  2 étages  3 étages  Bifltre

Vertical  Horizontal  Mixte  Autre : \_\_\_\_\_

Commentaires : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

<b>1<sup>er</sup> étage :</b>	<b>2<sup>ème</sup> étage :</b>
Nombre de cellules : _____	Nombre de cellules : _____
Rotation tous les _____ jours	Rotation tous les _____ jours
Dimensionnement : _____	Dimensionnement : _____
Profondeur : _____	Profondeur : _____
Respect du guide macrophytes :	Respect du guide macrophytes :
<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Oui
<input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Non
Couche granulométrique :	Couche granulométrique :
<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> autre	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> autre
Composition : _____	Composition : _____
_____	_____
_____	_____

Commentaires : _____ _____ _____	Commentaires : _____ _____ _____
Répartition :	Répartition :
<input type="checkbox"/> aérienne en H ou autre : _____	<input type="checkbox"/> aérienne en H ou autre : _____
<input type="checkbox"/> puits artésiens, profondeur : _____ cm	<input type="checkbox"/> puits artésiens, profondeur : _____ cm
<input type="checkbox"/> tuyaux au sol	<input type="checkbox"/> tuyaux au sol
Matériaux :	Matériaux :
<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> PVC
<input type="checkbox"/> Aluminium	<input type="checkbox"/> Aluminium
<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> Inox
<input type="checkbox"/> autre : _____	<input type="checkbox"/> autre : _____
Plaque anti-affouillement :	Plaque anti-affouillement :
<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Oui
<input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Non
<input type="checkbox"/> Matériau : _____	<input type="checkbox"/> Matériau : _____
Bordures entre cellules :	Bordures entre cellules :
<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non    _____ cm	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non    _____ cm
Type de drain :	Type de drain :
∅ _____	∅ _____
Entaillés : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	Entaillés : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Espacement : _____ m	Espacement : _____ m
Respect du guide macrophytes :	Respect du guide macrophytes :
<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Cheminées chapeautées :	Cheminées chapeautées :
<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Purge avant l'hiver : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	Purge avant l'hiver : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non

Canal de Mesure : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Type de débitmètre : _____
Commentaire : _____ _____ _____

<u>Génie Civil :</u>
Parois : <input type="checkbox"/> Verticales ( _____ cm) <input type="checkbox"/> En pentes à 45°(texture : _____)
Étanchéité :
Géo-membrane : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Type : _____
Feutre anti poinçonnement : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Dessus <input type="checkbox"/> Dessous
Type : _____
Argile : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Aération :
Tuyau (PVC) : <input type="checkbox"/> dans la berge <input type="checkbox"/> Droit dans le filtre
Barrière : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Filet anti-feuilles : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Point d'eau potable : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Commentaires : _____ _____ _____

<u>Filtre Horizontal :</u>
Traitement primaire : <input type="checkbox"/> FPR <input type="checkbox"/> Décanteur Digesteur <input type="checkbox"/> Lagune (nombre : __)
<input type="checkbox"/> Autre : _____
Alimentation : <input type="checkbox"/> Bâchées <input type="checkbox"/> Continue
Nombre de cellules : _____

Surface : \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>/hab.      Profondeur : \_\_\_\_\_

Type de drains : \_\_\_\_\_

Matériaux : \_\_\_\_\_

Commentaire : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3<sup>ème</sup> étage de filtre vertical :

Nombre de cellules : \_\_\_\_\_

Rotation tous les \_\_\_\_\_ jours

Dimensionnement : \_\_\_\_\_

Profondeur : \_\_\_\_\_

Respect du guide macrophytes :  Oui     Non

Couche granulométrique :  1     2     3     autre : \_\_\_\_\_

Composition : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Commentaires : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Répartition :

Aérienne en H ou autre : \_\_\_\_\_     Puits artésiens, profondeur : \_\_\_\_\_ cm

Tuyaux au sol

Matériaux :  PVC     Aluminium     Inox     autre : \_\_\_\_\_

Plaque anti-affouillement :

Oui     Non     Matériau : \_\_\_\_\_

Bordures entre cellules :  Oui     Non    \_\_\_\_\_ cm

Type de drain : Ø \_\_\_\_\_

Entaillés :  Oui     Non

Espacement : \_\_\_\_\_ m

Respect du guide macrophytes :  Oui     Non

Cheminées chapeautées :  Oui     Non

Purge avant l'hiver :  Oui     Non

Bifltre :

Nombre de cellules : \_\_\_\_\_

Rotation tous les \_\_\_\_\_ jours

Dimensionnement : \_\_\_\_\_

Profondeur : \_\_\_\_\_

Couche granulométrique :  1     2     3     autre : \_\_\_\_\_

Composition : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Commentaires : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Répartition :

Aérienne en H ou autre : \_\_\_\_\_     Puits artésiens, profondeur : \_\_\_\_\_ cm

Tuyaux au sol

Matériaux :  PVC     Aluminium     Inox     autre : \_\_\_\_\_

Plaque anti-affouillement :

Oui     Non     Matériau : \_\_\_\_\_

Bordures entre cellules :  Oui     Non    \_\_\_\_\_ cm

Type de drain : Ø \_\_\_\_\_

Entaillés :  Oui     Non

Espacement : \_\_\_\_\_ m

Profondeur : \_\_\_\_\_ m

Cheminées chapeautées :  Oui     Non

Purge avant l'hiver :  Oui     Non

### Annexe 3 : Caractérisation par département

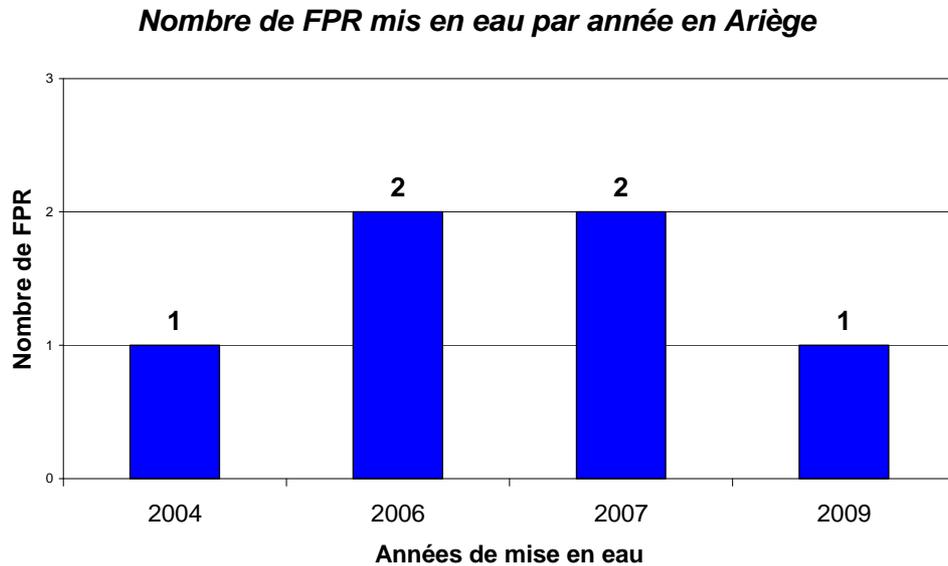
#### L'Ariège

Gamme de capacité : 30 à 3 000 EH  
Nombre de stations : 6  
Rang en nombre d'installations : 14<sup>ème</sup> rang  
Rang en nombre d'EH traités : 13<sup>ème</sup> rang

Nombre d'EH épurés : 4 950 EH  
Charge : 297 kg de DBO<sub>5</sub>/j  
Pourcentage d'installation : 1,04 %  
Pourcentage d'EH traités : 2,49 %

#### Age du parc

La station la plus ancienne a été mise en eau en 2004, il s'agit de celle du hameau de Sarret (30 EH) sur la commune de Serre sur Arget construite par Epur-Nature. Les dates de mise en service sont résumées par le graphique 1:



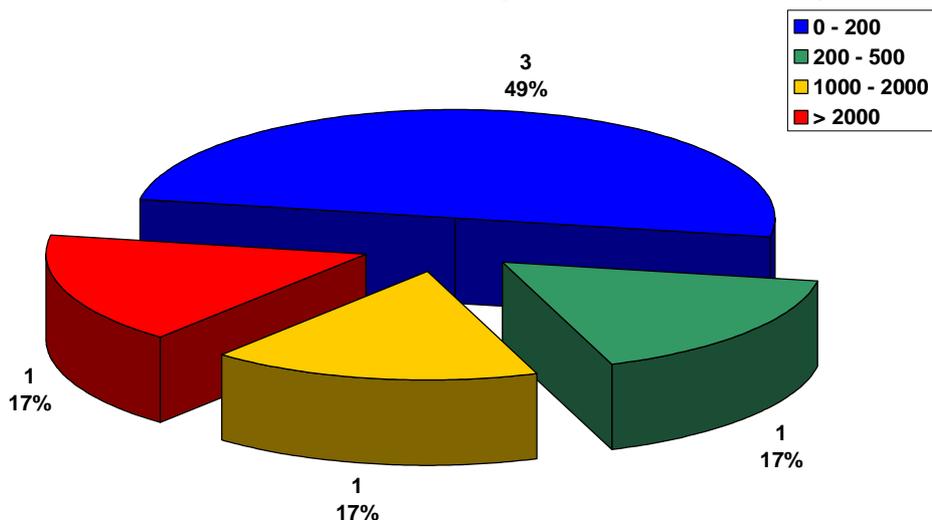
Graphique 1 : nombre de filtres plantés de roseaux mis en service par année en Ariège

#### Répartitions des FPR

La gamme de capacité 0 – 500 EH est la plus représentée sur le département, soit 66 % des installations. Par contre, cette gamme correspond à seulement 14% des EH traités sur le département à cause de la station de Oust (3 000 EH) qui représente 61 % des EH traités. Actuellement la station d'Oust réalise ses derniers raccordements. C'est une station qui subit de grosses variations de charges estivales, en effet l'hiver elle traitera que 1 300 EH.

La répartition des FPR par gamme de capacité est illustrée par le graphique 2 :

**Nombre de FPR en fonction de la gamme de capacité en Ariège**

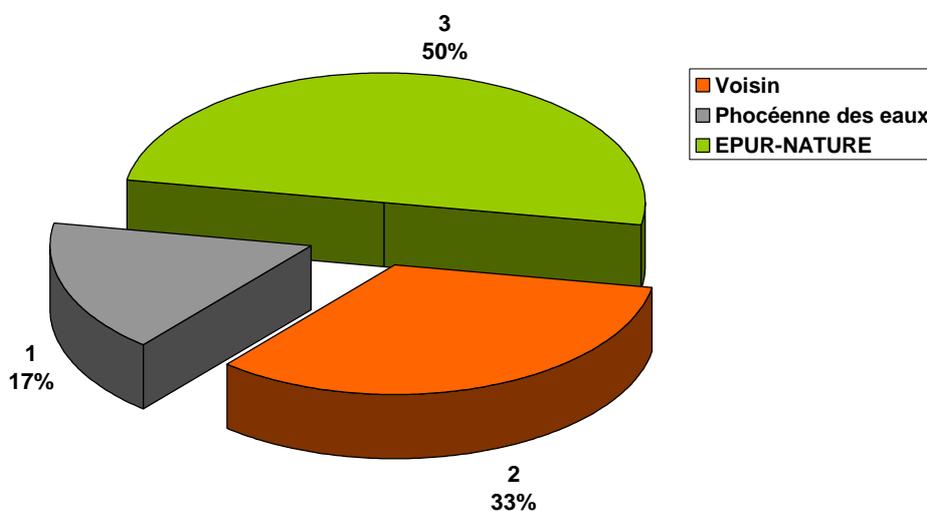


**Graphique 2 :répartition des FPR par gamme de capacité en Ariège**

Répartition par constructeurs

Tous les constructeurs en Ariège sont connus. Le nombre de stations par constructeur est décrit par le Graphique 3:

**Nombre de FPR par constructeur en Ariège**



**Graphique 3 :répartition du nombre de FPR par constructeur en Ariège**

Epur-Nature a construit 50 % des installations et cela représente 86 % des EH traités par les FPR (Oust et Saurat soit 4 280 EH). Les entreprises Voisin et Phocéenne des eaux représentent respectivement 10 % et 4% des EH épurés.

## L'Aude

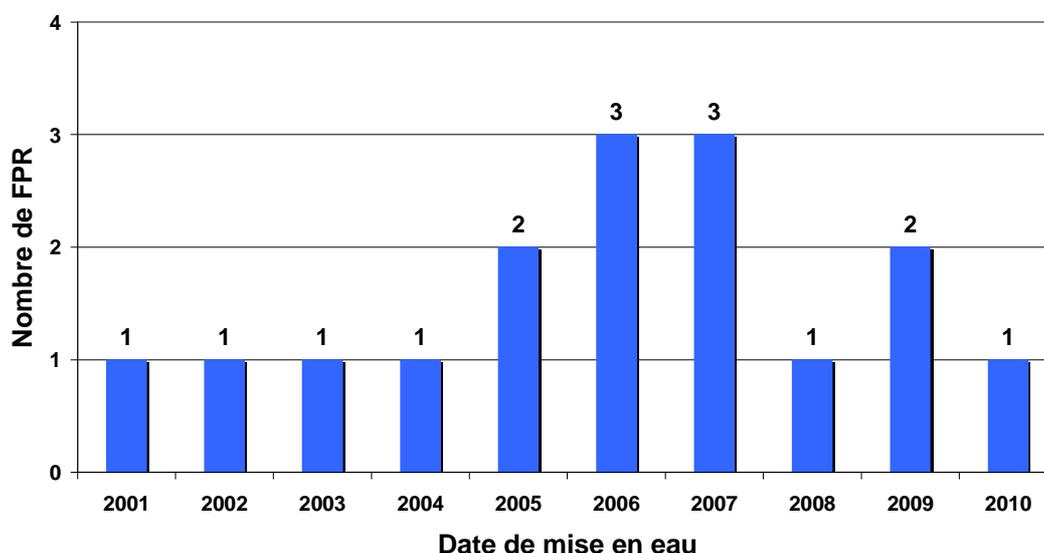
Gamme de capacité : 50 à 700 EH  
Nombre de stations : 16  
Rang en nombre d'installations : 12<sup>ème</sup> rang  
Rang en nombre d'EH traités : 18<sup>ème</sup> rang

Nombre d'EH épurés : 2 355 EH  
Charge : 141,3 Kg de DBO<sub>5</sub>/j  
Pourcentage d'installation : 2,77 %  
Pourcentage d'EH traités : 1,18 %

### Age du parc

La première station par FPR construite dans l'Aude date de 2001, il s'agit de celle de Brunels (Lagarde) ; 50 EH dont le constructeur est inconnu. Le pic de construction se situe entre 2006 et 2007. Les dates de mise en service sont résumées par le graphique 4 :

**Nombre de FPR mis en eau par année dans l'Aude**



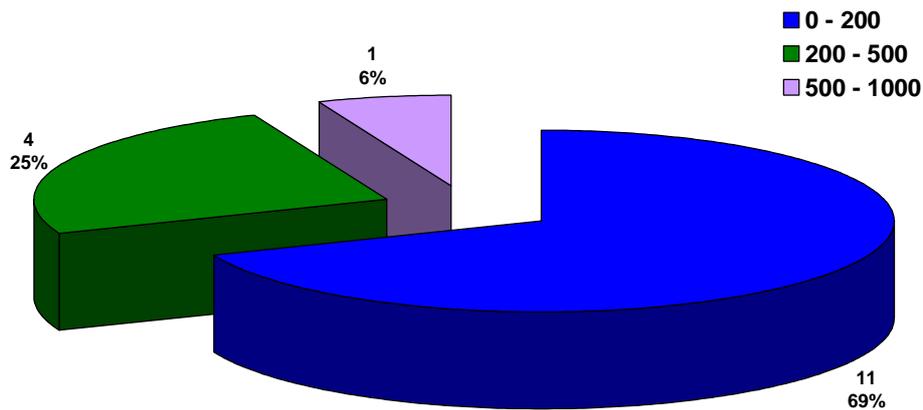
**Graphique 4 : nombre de filtres plantés de roseaux mis en service par année dans l'Aude**

### Répartition des FPR

Toutes les stations rentrent dans la gamme de capacité conseillée par le FNDAE n°22. La gamme de capacité 0 – 500 EH est la plus représentée en terme d'installations et représente 70% des EH épurés dans ce département. La majorité des stations de FPR dans l'Aude sont non primaires et de très petites capacités (7 stations < 100 EH).

La répartition des FPR par gamme de capacité est illustrée par le graphique 5 :

**Nombre de FPR en fonction de la gamme de capacité dans l'Aude**

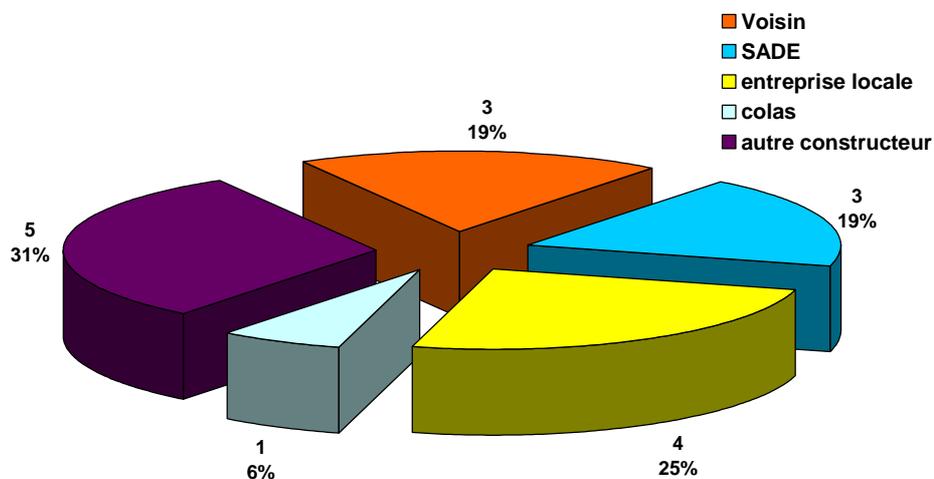


**Graphique 5 : répartition des FPR par gamme de capacité dans l'Aude**

Répartition par constructeur

Toutes les entreprises locales de l'Aude sont connues. Le nombre de stations par constructeur est décrit par le graphique 6 :

**Nombre de FPR par constructeur dans l'Aude**



**Graphique 6 : répartition du nombre de FPR par constructeur dans l'Aude**

Les constructeurs inconnus sur ce département ont construit 31% des installations ce qui correspond à 14 % des EH traités. Les FPR des entreprises locales épurent 25% des EH de l'Aude par cette technique. La Sade (41 % des EH) a construit des stations de capacités plus importantes que Voisin (17 % des EH) ou que les entreprises locales et inconnues.

## L'Aveyron

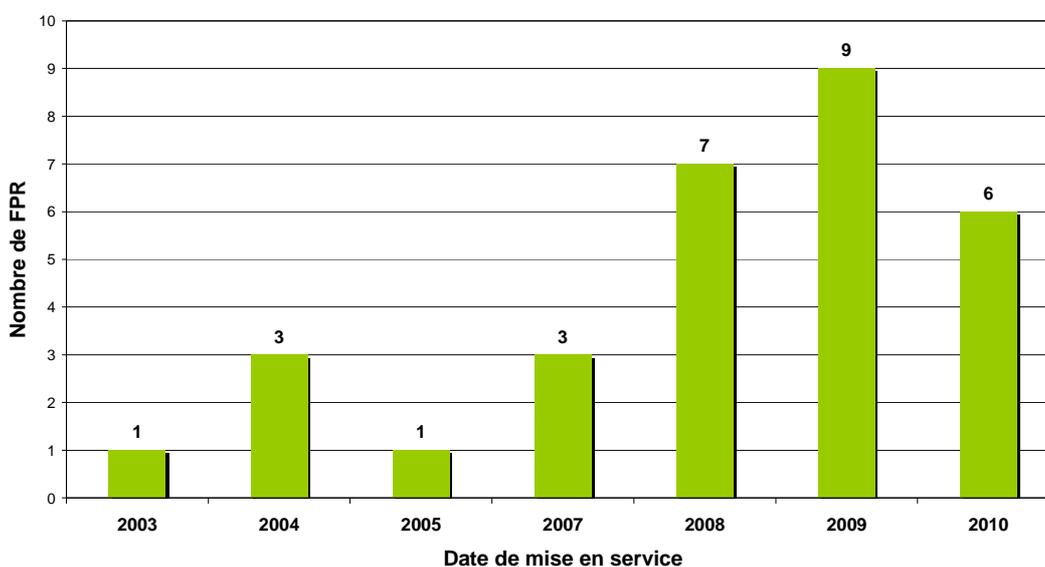
Gamme de capacité : 60 – 800 EH  
Nombre de stations : 30  
Rang en nombre d'installations : 7<sup>ème</sup> rang  
Rang en nombre d'EH traités : 12<sup>ème</sup> rang

Nombre d'EH épurés : 6 980 EH  
Charge : 418,8 Kg de DBO<sub>5</sub>/j  
Pourcentage d'installation : 5,19%  
Pourcentage d'EH traités : 3,51%

### Age du parc

La station par filtres plantés de roseau la plus ancienne du département est Privezac (300 EH). Le pic de mise en service se situe en 2009. Les dates de mise en service sont résumées par le graphique 7 :

**Nombre de FPR mis en eau par année en Aveyron**



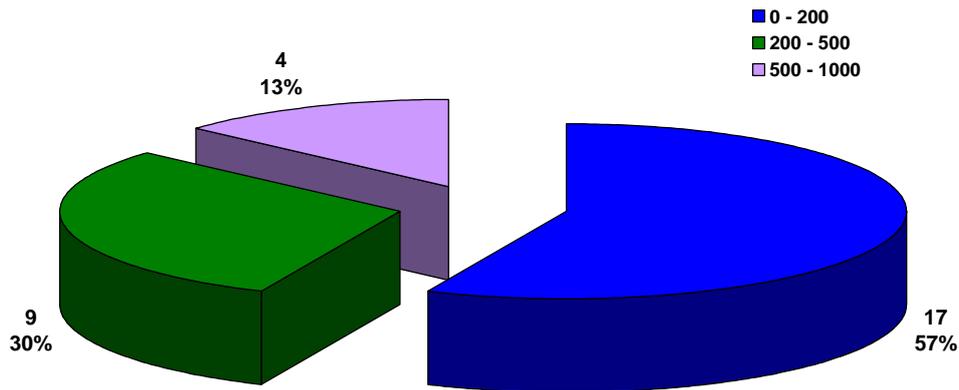
**Graphique 7: nombre de filtres plantés de roseaux mis en service par année en Aveyron**

### Répartition des FPR

Toutes les stations rentrent dans la gamme de capacité conseillée par le FNDAE n°22. La gamme de capacité 0 – 500 EH représente 87 % des installations du département ce qui correspond à 60% des EH traités.

La répartition des FPR par gamme de capacité est illustrée par le graphique 8 :

**Nombre de FPR en fonction de la gamme de capacité en Aveyron**

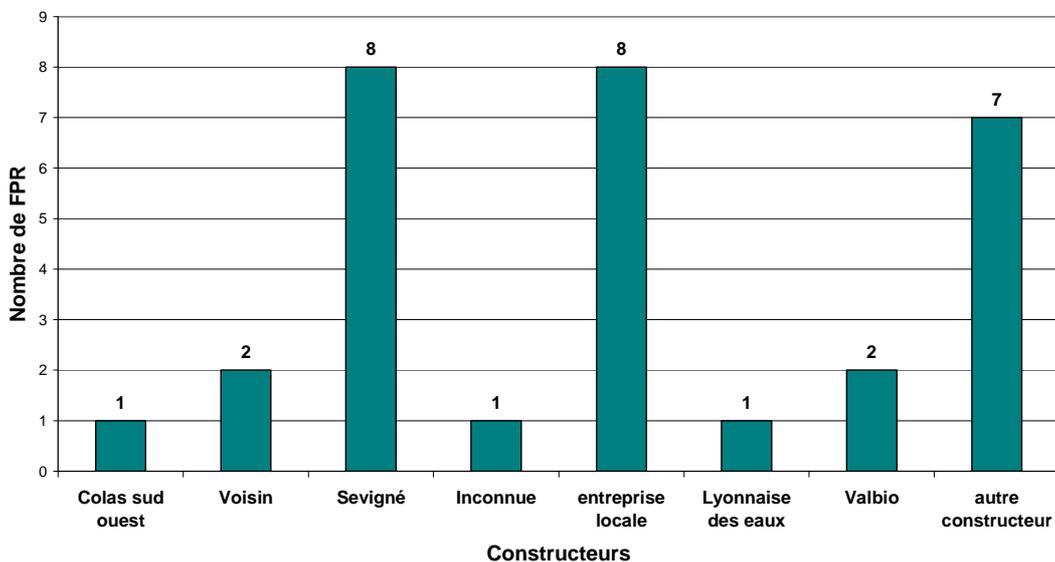


**Graphique 8: répartition des FPR par gamme de capacité en Aveyron**

Répartition par constructeur

Trois entreprises locales sont inconnues ce qui portent le total de constructeurs mal renseignés à 11 ( $\frac{1}{3}$  des installations) c'est-à-dire 27 % des EH traités sur le département. Le nombre de stations par constructeur est décrit par graphique 9 :

**Nombre de FPR par constructeur en Aveyron**



**Graphique 9 : répartition du nombre de FPR par constructeur en Aveyron**

L'entreprise la plus implantée en Aveyron est l'entreprise Séigné avec 27 % des installations et 18 % des EH traités.

## Le Cantal

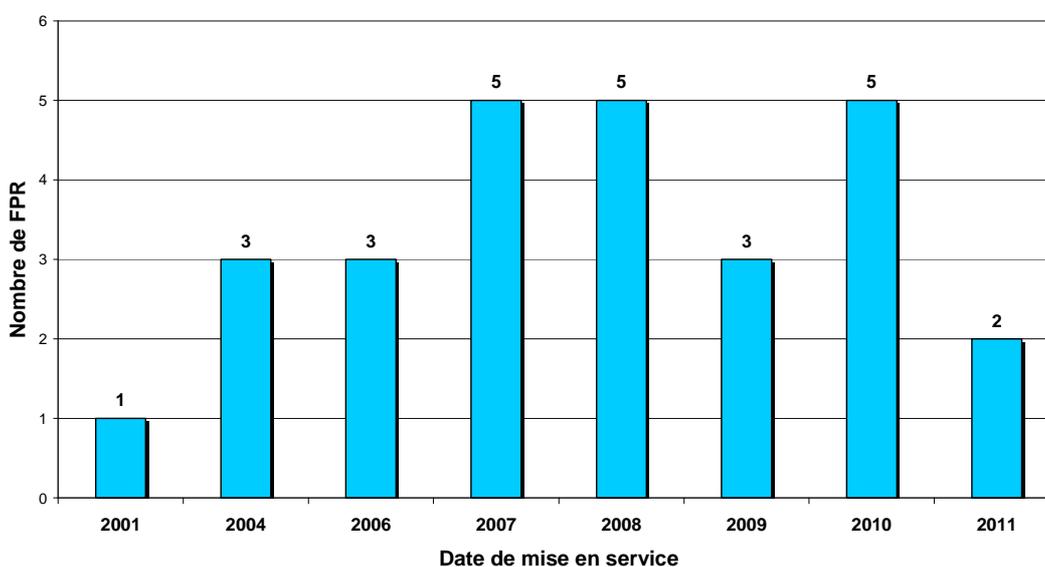
Gamme de capacité : 50 – 1100 EH  
Nombre de stations : 27  
Rang en nombre d'installations : 9<sup>ème</sup> rang  
Rang en nombre d'EH traités : 13<sup>ème</sup> rang

Nombre d'EH épurés : 6 485 EH  
Charge : 389,1 Kg de DBO<sub>5</sub>/j  
Pourcentage d'installation : 4,67%  
Pourcentage d'EH traités : 3,26%

### Age du parc

La station la plus vieille du département date de 2001, il s'agit de Saint Cirques de Malbert (Bourcenac) une 150 EH de constructeur inconnu. Le cantal possède un pic en 2007 – 2008 et un pic en 2010. Les dates de mise en service sont résumées par le graphique 10 :

**Nombre de FPR mis en eau par années dans le Cantal**



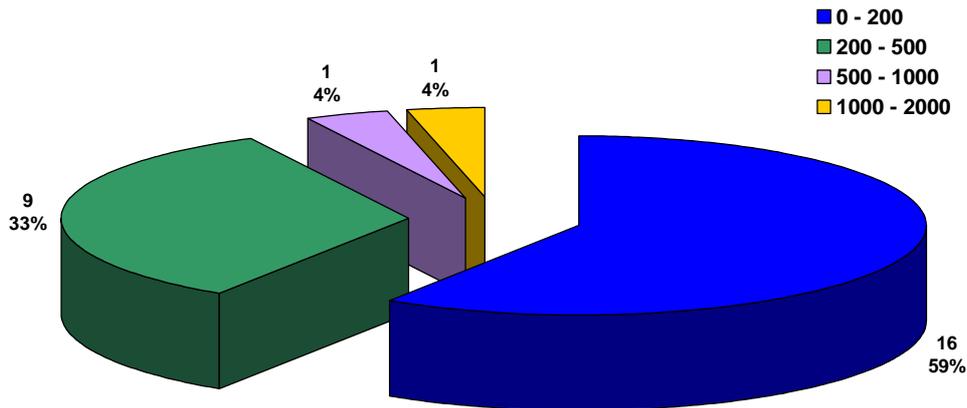
**Graphique 10 : nombre de filtres plantés de roseaux mis en service par année en Aveyron**

### Répartition des FPR

La gamme 0 – 500 EH représente 92 % des installations du département pour 75 % des EH traités (dont 43 % par la gamme 200 – 500 EH). Près de 60 % des FPR du Cantal sont non primables.

La répartition des FPR par gamme de capacité est illustrée par le graphique 11 :

**Nombre de step par gamme de capacité dans le Cantal**

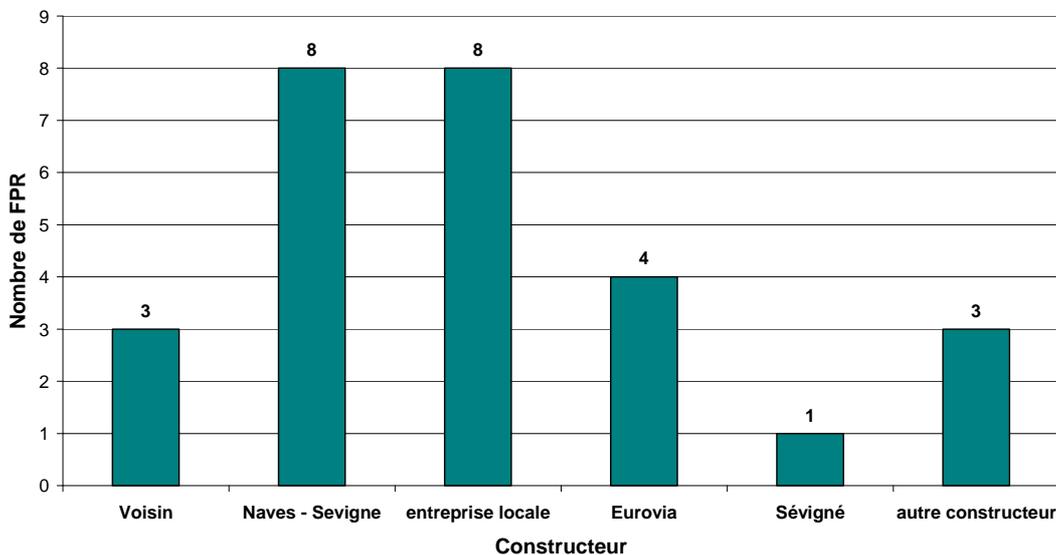


**Graphique 11 : répartition des FPR par gamme de capacité dans le Cantal**

**Répartition par constructeur**

Le département compte 8 entreprises locales dont une inconnue. Cela porte le nombre de constructeurs mal renseignés à 4, représentant ainsi 8,48 % des EH traités par le département. Le nombre de stations par constructeur est décrit par le graphique 12 :

**Nombre de FPR pas constructeur dans le Cantal**



**Graphique 12 : répartition du nombre de FPR par constructeur dans le Cantal**

La société Sévigné a construit autant de filtres que les entreprises locales du bassin et ces deux catégories traitent également le même nombre d'EH soit 1 510 EH (23 % des EH traités). La société traitant le plus d'EH sur le département est Eurovia (2 030 EH) soit 31 % des EH épurés.

## La Charente

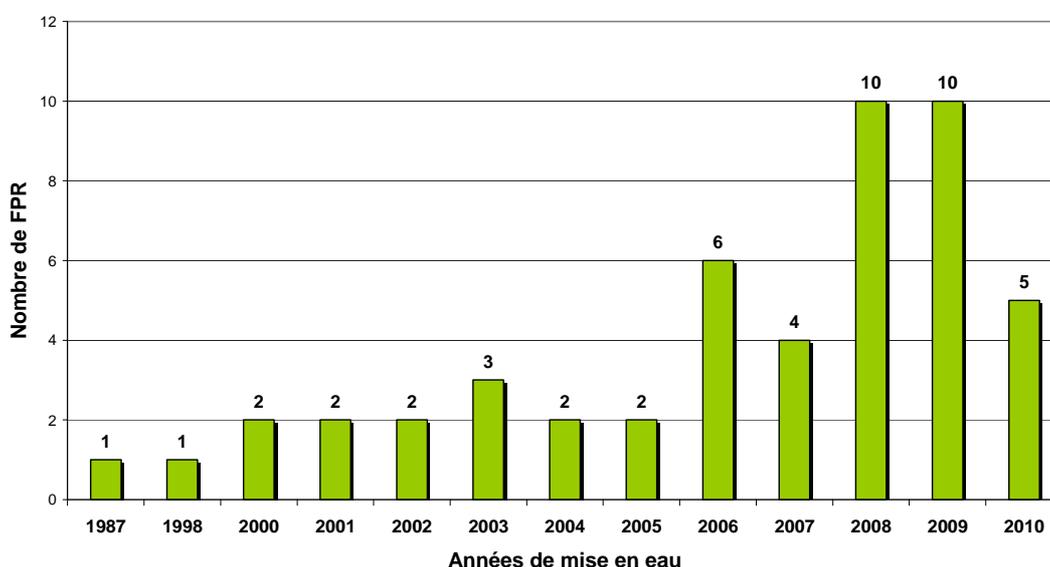
Gamme de capacité : 35 – 1 700 EH  
Nombre de stations : 48 (50 si avec < 2000)  
Rang en nombre d'installations : 4<sup>ème</sup> rang  
Rang en nombre d'EH traités : 2<sup>ème</sup> rang

Nombre d'EH épurés : 23 615 EH  
Charge : 1 461,9 Kg de DBO<sub>5</sub>/j  
Pourcentage d'installation : 8,30 %  
Pourcentage d'EH traités : 11,88 %

### Age du parc

Si les 2 filtres antérieurs à 2000 sont considérés, le département traite 26 365 EH par filtres plantés de roseaux soit 1 589,9 kg DBO<sub>5</sub>/j et gagne un rang en nombre d'installations sur le bassin. Les plus vieux filtres du bassin sont en Charente, il s'agit de Gensac la Pallue (1 700 EH) et Ars (1 050 EH). Le pic de mise en eau des stations du département se situe entre 2008 et 2009 comme celui du bassin. Les dates de mise en service sont résumées par le graphique 13 :

#### **Nombre de FPR mis en eau par année en Charente**

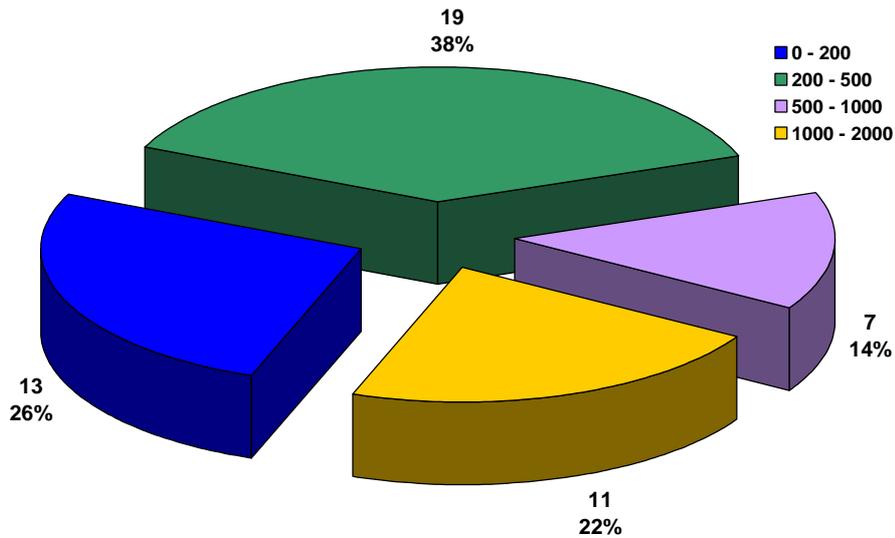


**Graphique 13 : nombre de filtres plantés de roseaux mis en service par année en Charente**

### Répartition des FPR

La répartition des FPR par gamme de capacité est illustrée par le graphique 14. La gamme de capacité 0 – 500 EH représente 64 % des installations sur le département et seulement 32 % des EH épurés. La gamme de capacité 1 000 – 2 000 EH traite 51 % des EH des FPR de Charente.

**Nombre de FPR par gamme de capacité en Charente**

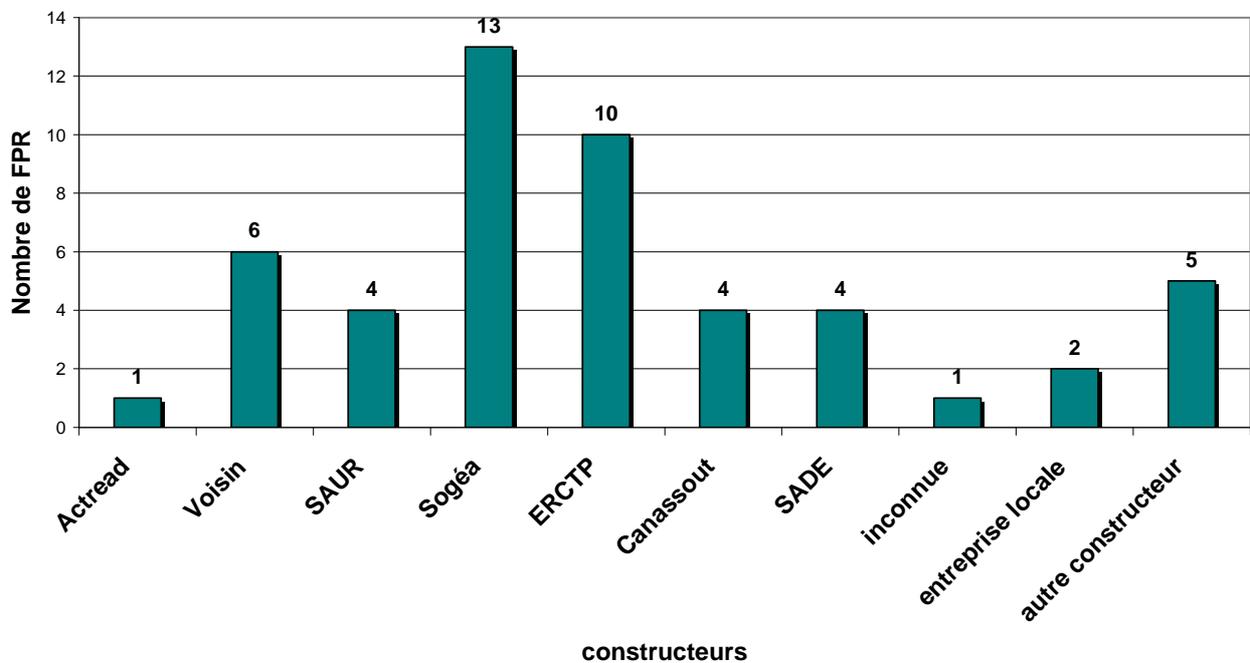


**Graphique 14 : répartition des FPR par gamme de capacité en Charente**

Répartition par constructeur

La Charente compte 8 constructeurs mal renseignés ce qui représente 15 % des installations et 16 % des EH traités sur le département. La Sogéa a construit 26 % des installations et traite 32 % des EH. La société ERCTP est également bien implantée avec 20 % des installations construites et 23 % des EH traités. Le nombre de stations par constructeur est décrit par le graphique 15 :

**Nombre du FPR par constructeur en Charente**



**Graphique 15 : répartition du nombre de FPR par constructeur en Charente**

## La Charente Maritime

Gamme de capacité : 130 – 1 800 EH

Nombre de stations : 20

Rang en nombre d'installations : 11<sup>ème</sup> rang

Rang en nombre d'EH traités : 10<sup>ème</sup> rang

Nombre d'EH épurés : 8 230 EH

Charge : 493,8 Kg de DBO<sub>5</sub>/j

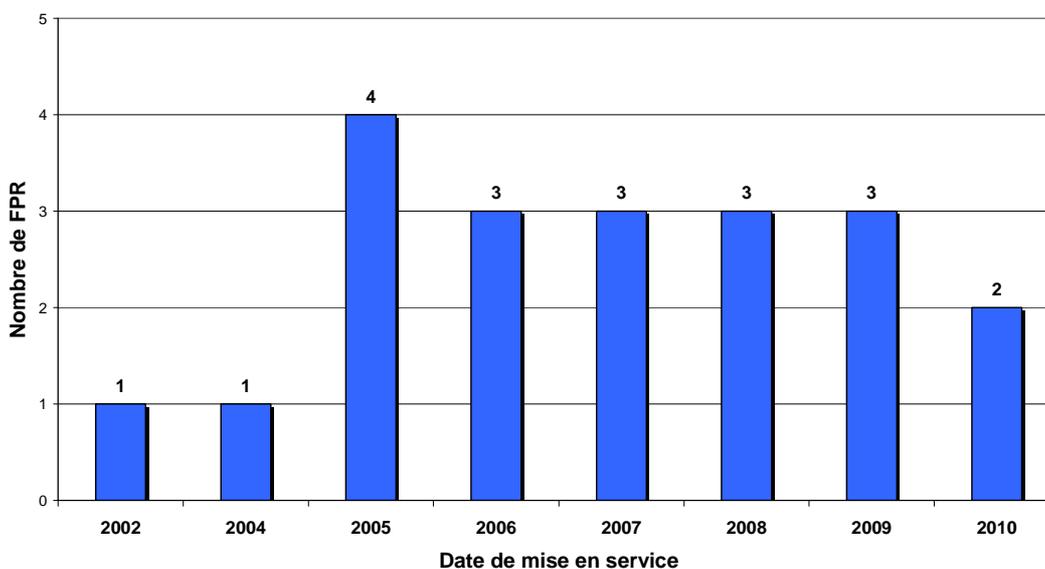
Pourcentage d'installation : 3,46 %

Pourcentage d'EH traités : 4,14 %

### Age du parc

La station de FPR la plus ancienne du département date de 2002, il s'agit de Champagne (170 EH) de constructeur inconnu. Les dates de mise en service sont résumées par le graphique 16 :

**Nombre de FPR mis en eau par année en Charente Maritime**



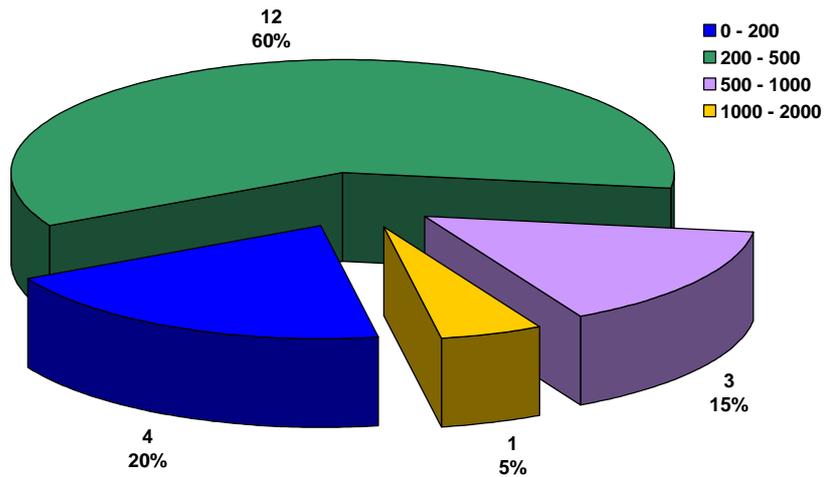
**Graphique 16 : nombre de filtres plantés de roseaux mis en service par année en Charente Maritime**

### Répartition des FPR

La gamme de capacité 0 – 500 EH représente 80 % des installations du département et 57 % des EH traités. Les stations non primables traitent 8 % des EH soit 650 EH. La gamme de capacité 1 000 – 2 000 EH représente 22 % des EH épurés.

La répartition des FPR par gamme de capacité est illustrée par le graphique 17 :

**Nombre de FPR par gamme de capacité en Charente Maritime**

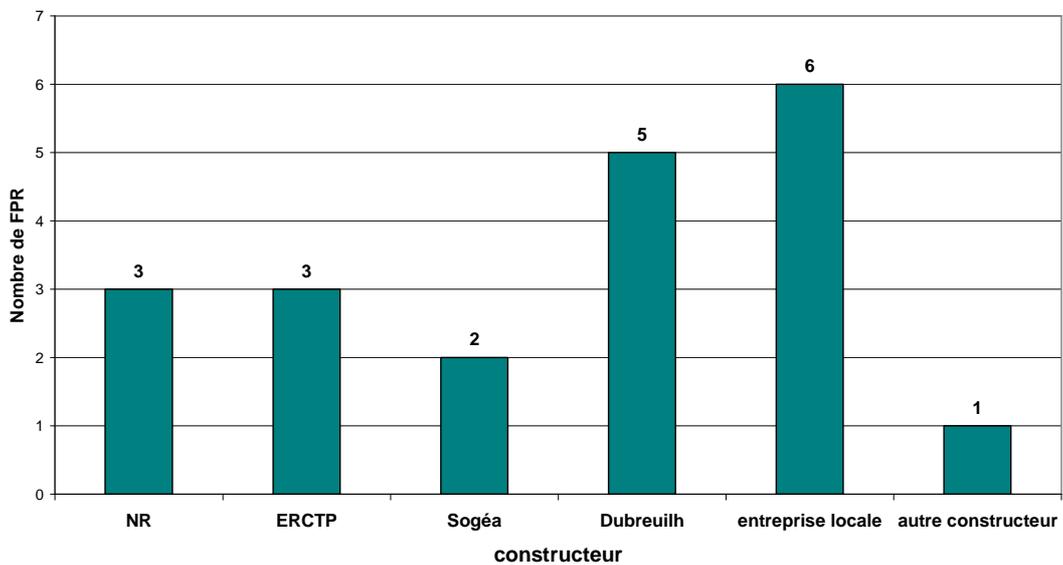


**Graphique 17 : répartition des FPR par gamme de capacité en Charente Maritime**

**Répartition par constructeur**

Les constructeurs mal renseignés sont au nombre de 4 soit 20 % de installations et 31 % des EH traités. Le nombre de stations par constructeur est décrit par le graphique 18 :

**Nombre de FPR par constructeur en Charente Maritime**



**Graphique 18 : répartition du nombre de FPR par constructeur en Charente Maritime**

Les entreprises locales traitent 29 % des EH du département et Dubreuil 20 %.

## La Corrèze

Gamme de capacité : 35 – 950 EH

Nombre de stations : 58

Rang en nombre d'installations : 2<sup>ème</sup> rang

Rang en nombre d'EH traités : 7<sup>ème</sup> rang

Nombre d'EH épurés : 12 518 EH

Charge : 751,08 Kg de DBO<sub>5</sub>/j

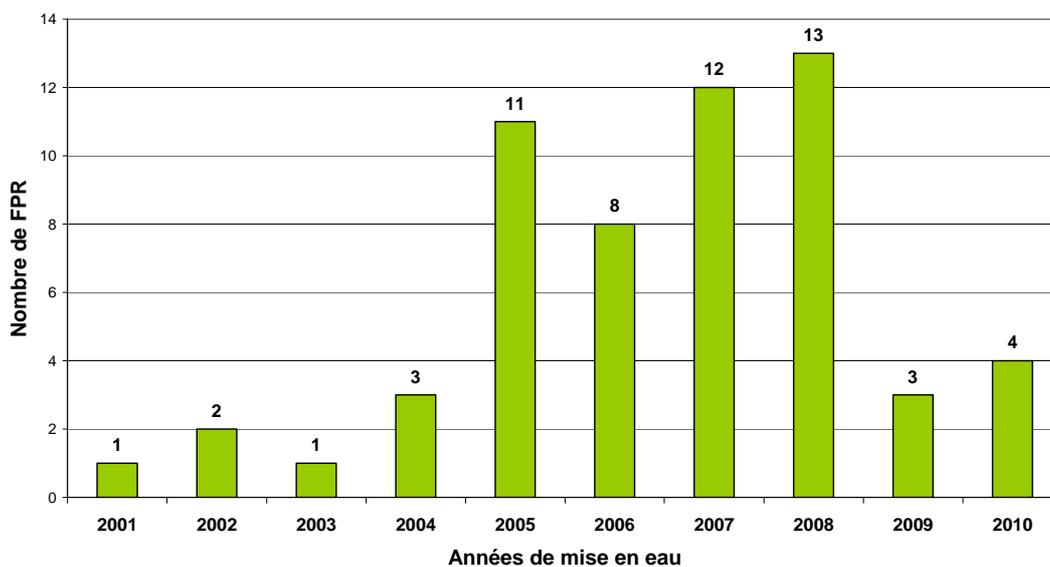
Pourcentage d'installation : 10,03 %

Pourcentage d'EH traités : 6,14 %

### Age du parc

La station la plus ancienne du bassin est Sadoc (250 EH) de constructeur inconnu datant de 2001. Les dates de mise en service sont résumées par le graphique 19 :

#### **Nombre de FPR mis en eau par années en Corrèze**



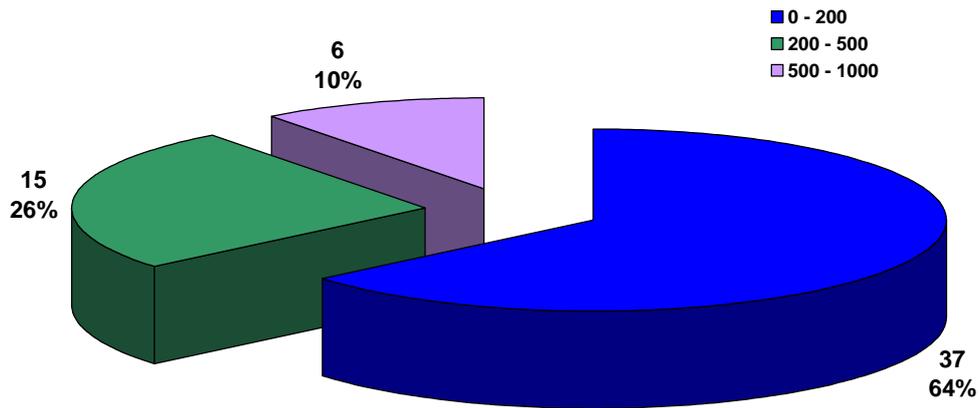
**Graphique 19 : nombre de filtres plantés de roseaux mis en service par année en Corrèze**

### Répartition des FPR

La gamme de capacité 0 – 500 EH représente 90 % des FPR sur le département et 69 % des EH traités. Les stations non primables représentent 30 % des EH traités.

La répartition des FPR par gamme de capacité est illustrée par le graphique 20 :

**Nombre de FPR par gamme de capacité en Corrèze**

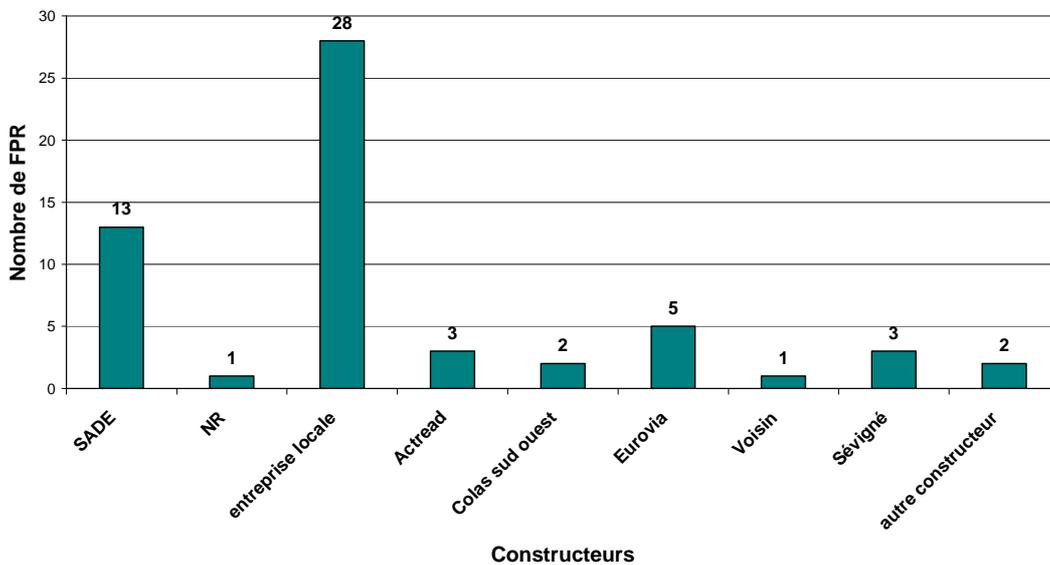


**Graphique 20 : répartition des FPR par gamme de capacité en Corrèze**

**Répartition par constructeur**

Trois constructeurs sont mal renseignés sur le département et traitent 6 % des EH. Nombre de stations par constructeur est décrit par le graphique 21 :

**Nombre de FPR par constructeur en Corrèze**



**Graphique 21: répartition du nombre de FPR par constructeur en Corrèze**

Les entreprises locales représentent 48 % des installations et 45 % des EH épurés. La Sade traitent 26 % des EH.

## La Dordogne

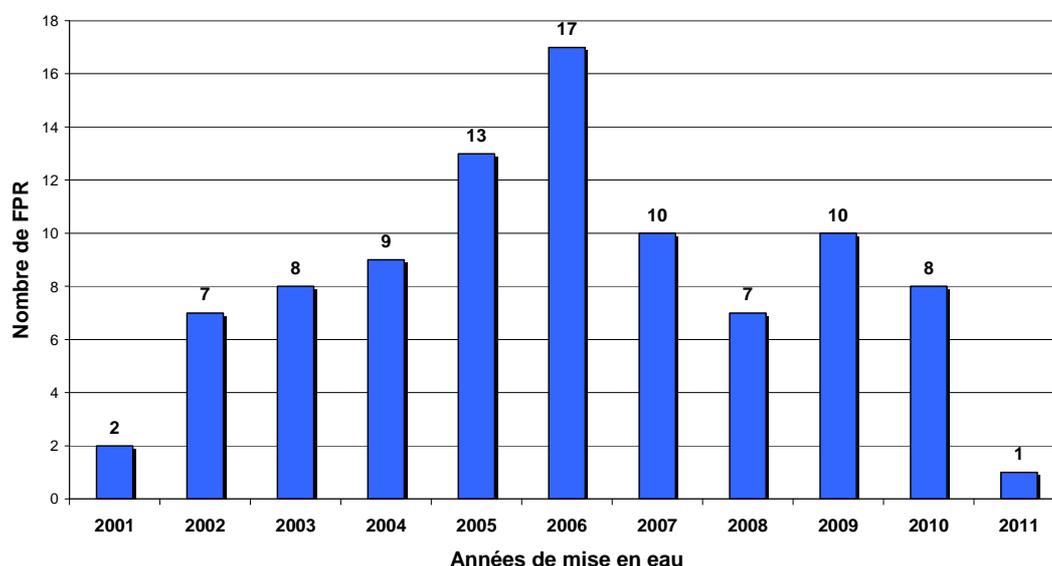
Gamme de capacité : 25 – 1 300 EH  
Nombre de stations : 92  
Rang en nombre d'installations : 1<sup>er</sup> rang  
Rang en nombre d'EH traités : 1<sup>er</sup> rang

Nombre d'EH épurés : 25 495 EH  
Charge : 1 529,7 Kg de DBO<sub>5</sub>/j  
Pourcentage d'installation : 15,92 %  
Pourcentage d'EH traités : 12,82 %

### Age du parc

Les plus vieux FPR du département datent de 2001 et sont Saint Privat des prés (250 EH) et Razac d'eymet (195 EH), de constructeurs inconnus. Le pic de mise en eau s'est produit en 2006, ceci peut s'expliquer par la pression réglementaire de la police de l'eau pour les retardataires de la directive ERU ou par la maturité qu'a acquise cette technique. Les dates de mise en service sont résumées par le Graphique 22 :

#### **Nombre de FPR mis en eau par année en Dordogne**

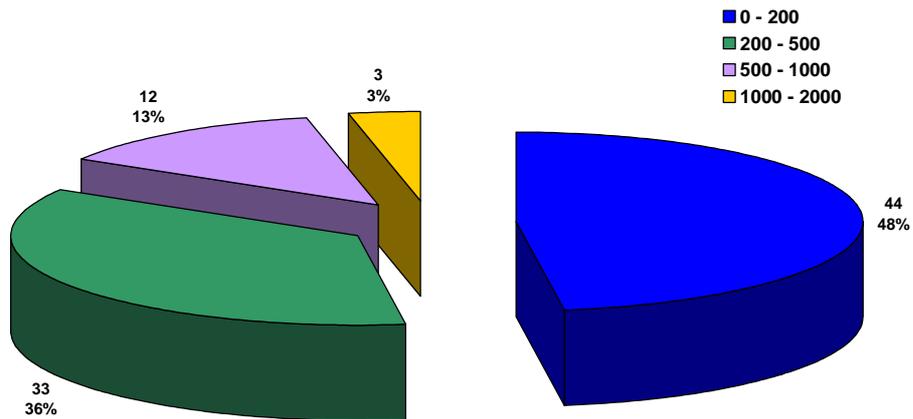


**Graphique 22 : nombre de filtres plantés de roseaux mis en service par année en Dordogne**

### Répartition des FPR

La répartition des FPR par gamme de capacité est illustrée par le graphique 23. La gamme de capacité 0 – 500 EH représente 84 % des FPR et 57 % EH traités. Les stations non primables représentent 20 % des EH traités par FPR sur le département. La gamme 1 000 – 2 000 EH représente près de 14 % des EH épurés.

### Nombre de FPR par gamme de capacité en Dordogne

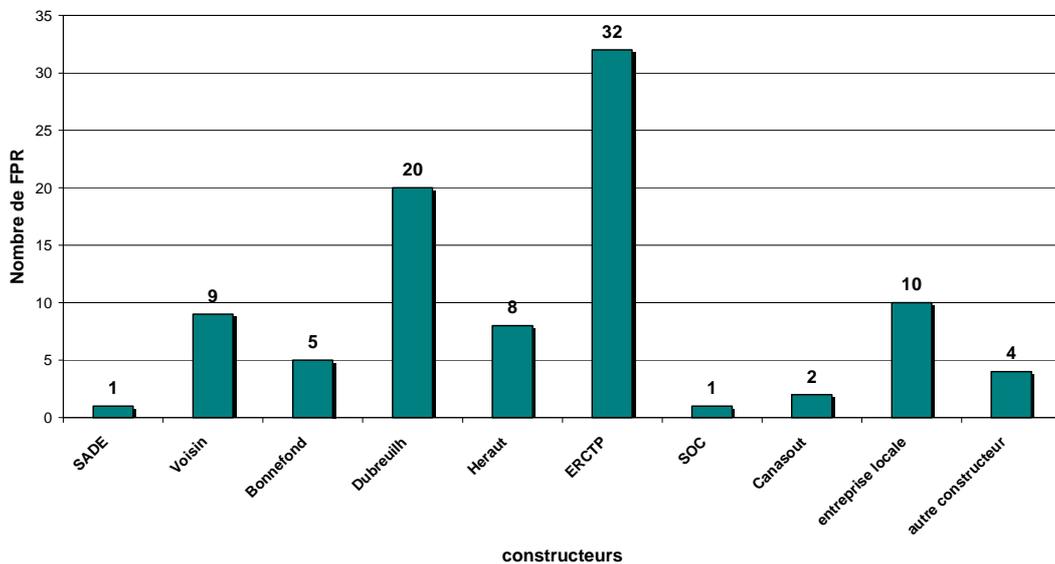


Graphique 23 : répartition des FPR par gamme de capacité en Dordogne

### Répartition par constructeur

Cinq entreprises locales ne sont pas renseignées et l'ensemble des constructeurs inconnus représente près de 10 % des installations et 12 % des EH traités (3 175 EH). Le nombre de stations par constructeur est décrit par le graphique 24 :

### Nombre de FPR par constructeur en Dordogne



Graphique 24 : répartition du nombre de FPR par constructeur en Dordogne

Les entreprises ERCTP et Dureuilh sont très implantées en Dordogne elles traitent respectivement 26 % et 24 % des EH par FPR.

## La Haute Garonne

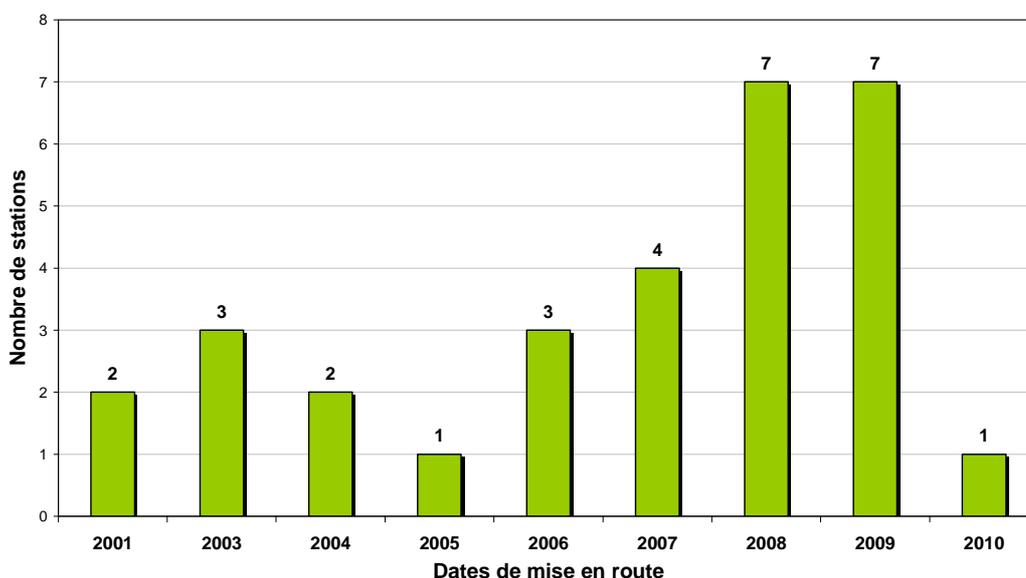
Gamme de capacité : 60 – 2 000 EH  
Nombre de stations : 30  
Rang en nombre d'installations : 7<sup>ème</sup> rang  
Rang en nombre d'EH traités : 5<sup>ème</sup> rang

Nombre d'EH épurés : 13 832 EH  
Charge : 822,92 Kg de DBO<sub>5</sub>/j  
Pourcentage d'installation : 5,19 %  
Pourcentage d'EH traités : 6,96 %

### Age du parc

Les installations les plus anciennes datent de 2001. Il s'agit de Bonrepos sur Aussonnelle (500 EH) et Lagarde (100 EH) construites respectivement par les entreprises Epur-Nature et Jean Voisin. Le graphique 25 ci-dessus présente le nombre de stations par filtres plantés de roseaux mise en service par année. Le pic de mise en route se situe en 2008 – 2009 ce qui correspond au pic de mise en route du bassin. Le curage du premier étage du filtre planté de roseaux de la station de Bonrepos sur Aussonnelle est prévu pour 2013, si la hauteur de boue paraît suffisante.

**Nombre de stations mise en route par années en Haute Garonne**

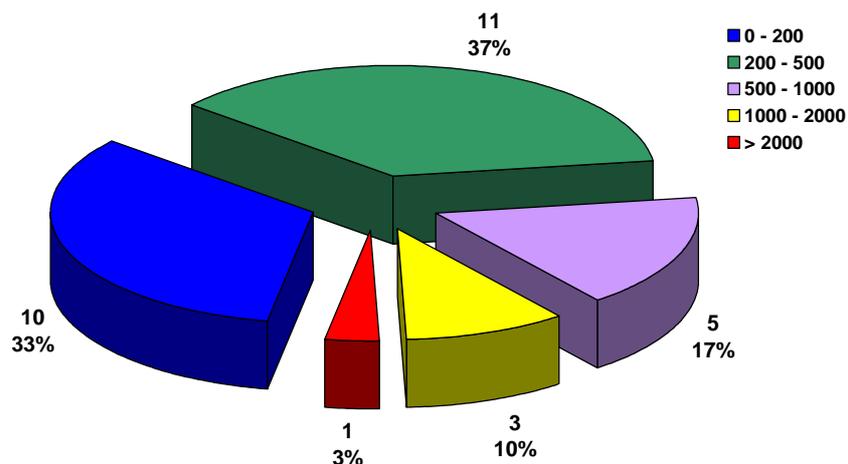


**Graphique 25 : nombre de mise en service de station par années en Haute Garonne**

### Répartitions des FPR

La répartition des FPR par gamme de capacité est illustrée par le graphique 26. La gamme 0 – 500 EH représente 70 % des FPR et 3 5% des EH traités. Les stations non primaires traitent 8 % des EH du département.

**Nombre de FPR par gammes de capacités en Haute Garonne**

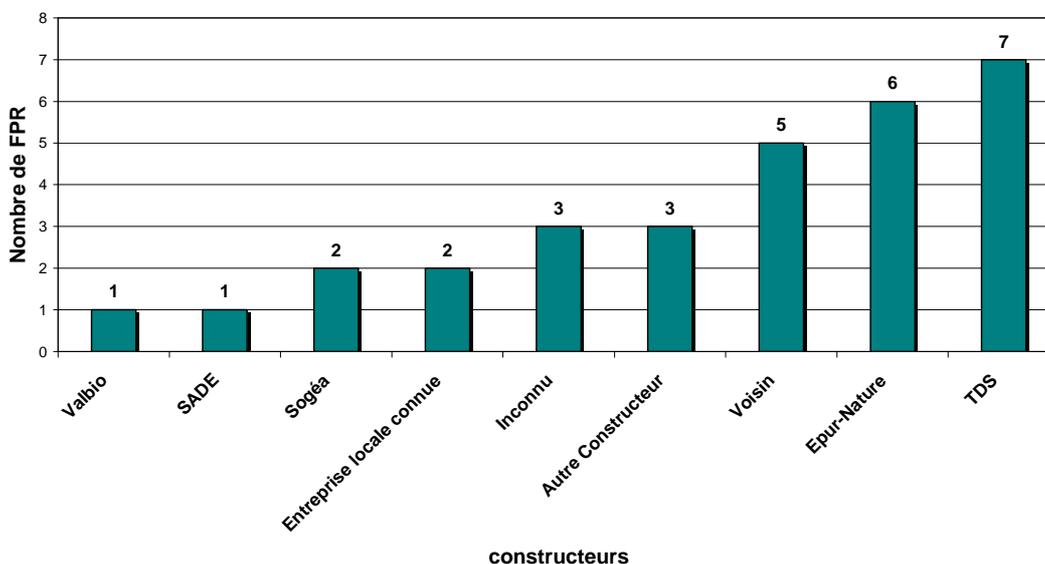


**Graphique 26 : répartition des FPR par gamme de capacité en Haute Garonne**

*La répartition par constructeur*

Les catégories « autre constructeur » et « inconnu » représentent 6 stations soit 20 % des installations et 2 920 EH traités soit 21 % des EH traités dans le département.

**Nombre de FPR par constructeur en Haute Garonne**



**Graphique 27 : répartition du nombre de FPR par constructeur en Haute Garonne**

Le premier constructeur du département tant en terme de nombre d'installation (23 %) que d'EH traités (23 %) est l'entreprise TDS. Valbio a construit le FPR le plus important en terme de capacité : Saint Martory (2 000 EH).

## Le Gers

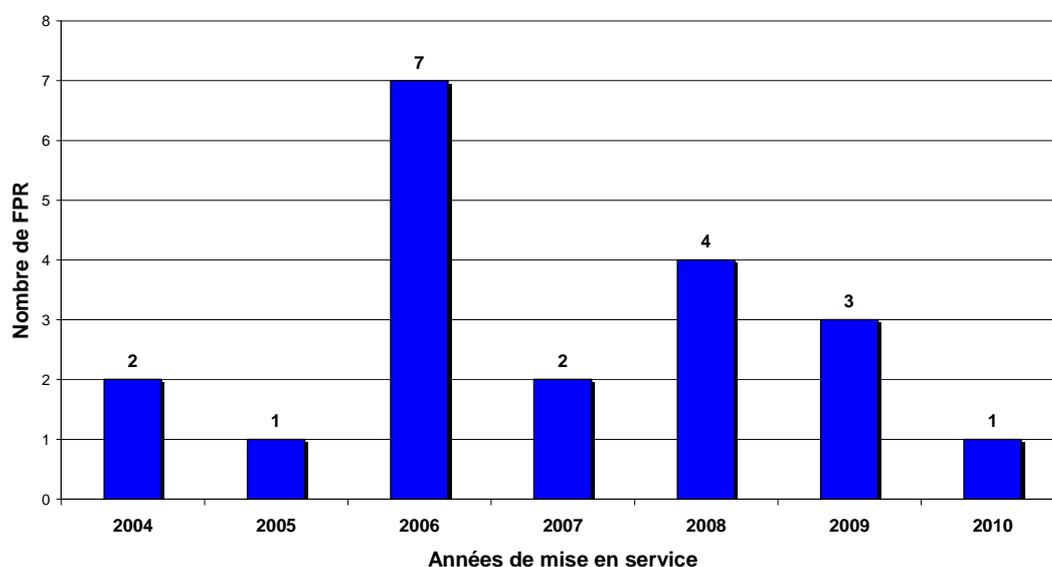
Gamme de capacité : 40 – 1 100 EH  
Nombre de stations : 20  
Rang en nombre d'installations : 11<sup>ème</sup> rang  
Rang en nombre d'EH traités : 15<sup>ème</sup> rang

Nombre d'EH épurés : 4 945 EH  
Charge : 296,5 Kg de DBO<sub>5</sub>/j  
Pourcentage d'installation : 3,46 %  
Pourcentage d'EH traités : 2,49 %

### Age du parc

Les plus vieux filtres plantés de roseaux du département sont Nougroulet (130 EH) et Urdens (125 EH) construit par Voisin en 2004. Le pic de mise en service a eu lieu en 2006. Les dates de mise en service sont résumées par le graphique 28 :

#### **Nombre de FPR mis en service par années dans le Gers**



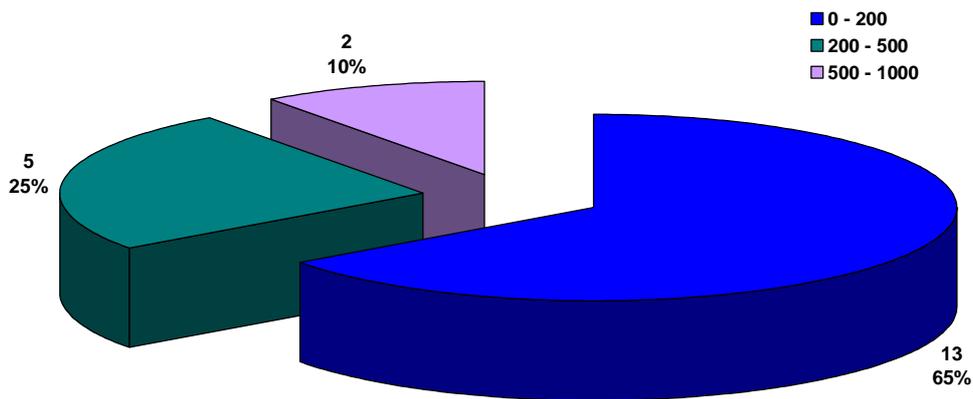
**Graphique 28 : nombre de mise en service de station par années dans le Gers**

### Répartitions des FPR

La gamme de capacité 0 – 500 EH couvre 90 % des FPR du département ce qui correspond à 62 % des EH traités. Les stations non primables représentent 29 % des EH non traités.

La répartition des FPR par gamme de capacité est illustrée par le graphique 29 :

### **Nombre de FPR par gamme de capacité dans le Gers**

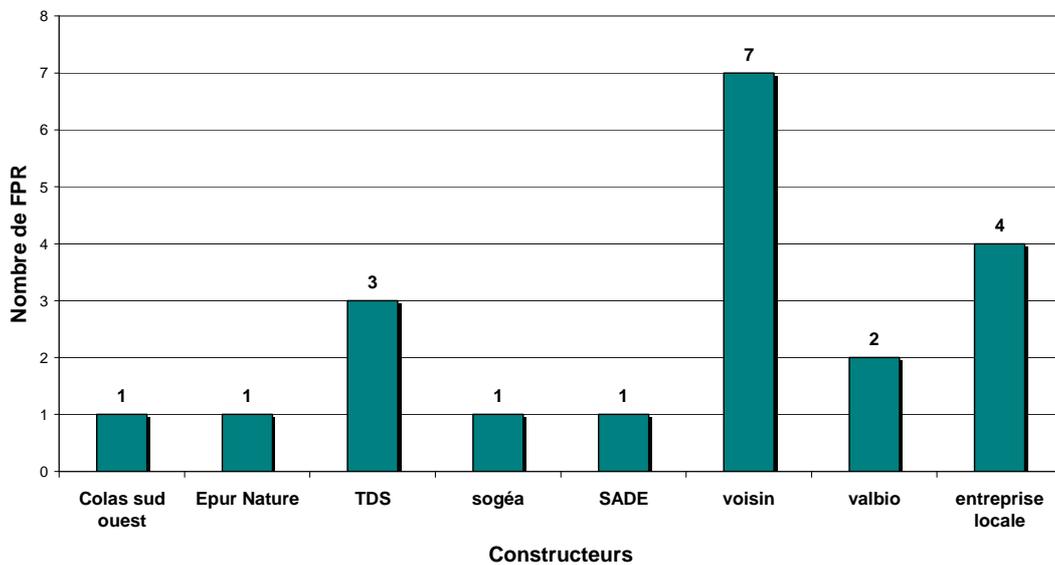


**Graphique 29 : répartition des FPR par gamme de capacité dans le Gers**

### **La répartition par constructeur**

Tous les constructeurs de FPR du Gers sont bien renseignés dans la base de données. Le nombre de station par constructeur est décrit par le Graphique 30 :

### **Nombre de FPR par constructeur dans le Gers**



**Graphique 30 : répartition du nombre de FPR par constructeur dans le Gers**

Les deux constructeur traitant le plus d'EH sont Voisin (39 %) et TDS (18 %) puis vient Sogéa (16 %).

## La Gironde

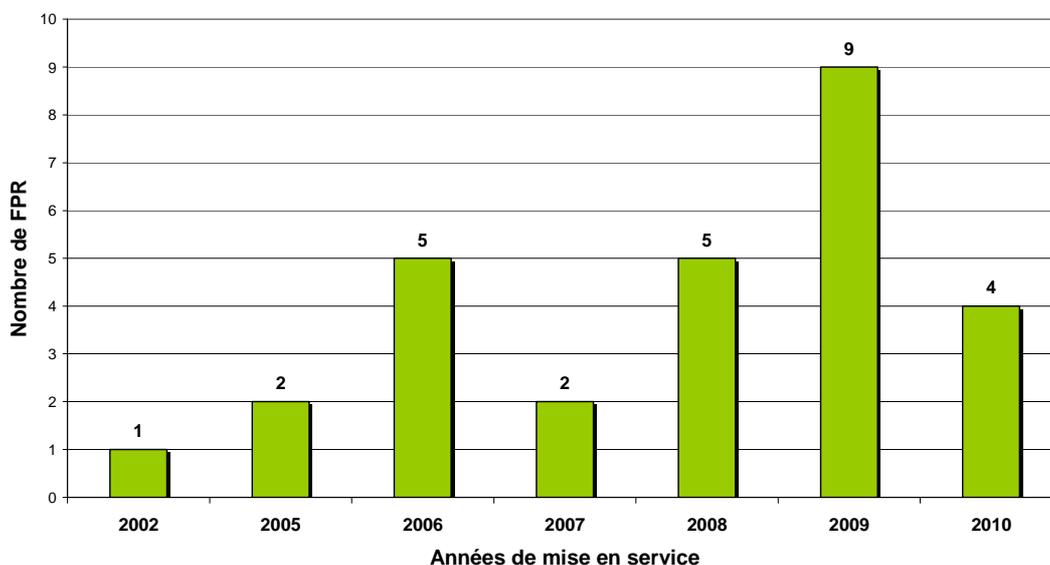
Gamme de capacité : 90 – 2 000 EH  
Nombre de stations : 28  
Rang en nombre d'installations : 8<sup>ème</sup> rang  
Rang en nombre d'EH traités : 3<sup>ème</sup> rang

Nombre d'EH épurés : 19 781 EH  
Charge : 1 189,9 Kg de DBO<sub>5</sub>/j  
Pourcentage d'installation : 4,84 %  
Pourcentage d'EH traités : 9,95 %

### Age du parc

Le FPR le plus ancien date de 2002, il s'agit de la station Le Pout (300 EH) de constructeur inconnu. Aucun FPR n'a été construit en 2003 et 2004. Les dates de mise en service sont résumées par le graphique 31 :

**Nombre de FPR mis en eau par année en Gironde**



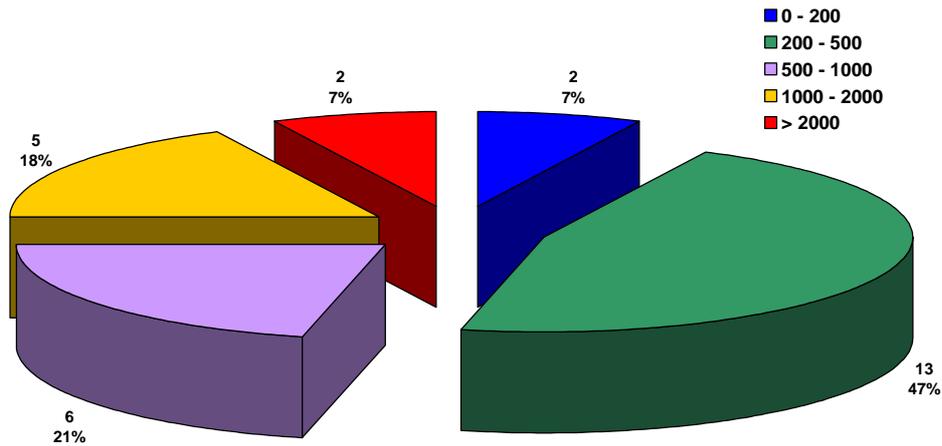
**Graphique 31 : nombre de mise en service de station par années en Gironde**

### Répartitions des FPR

La gamme de capacité 0 – 500 EH représente 54 % des FPR du département et 21 % des EH traités. La gamme traitant le plus de EH est celle allant de 1 000 – 2 000 EH. En effet il s'agit de 7 750 EH soit 40 % des EH épurés par les FPR de Gironde.

La répartition des FPR par gamme de capacité est illustrée par le graphique 32 :

**Nombre de FPR par gamme de capacité en Gironde**

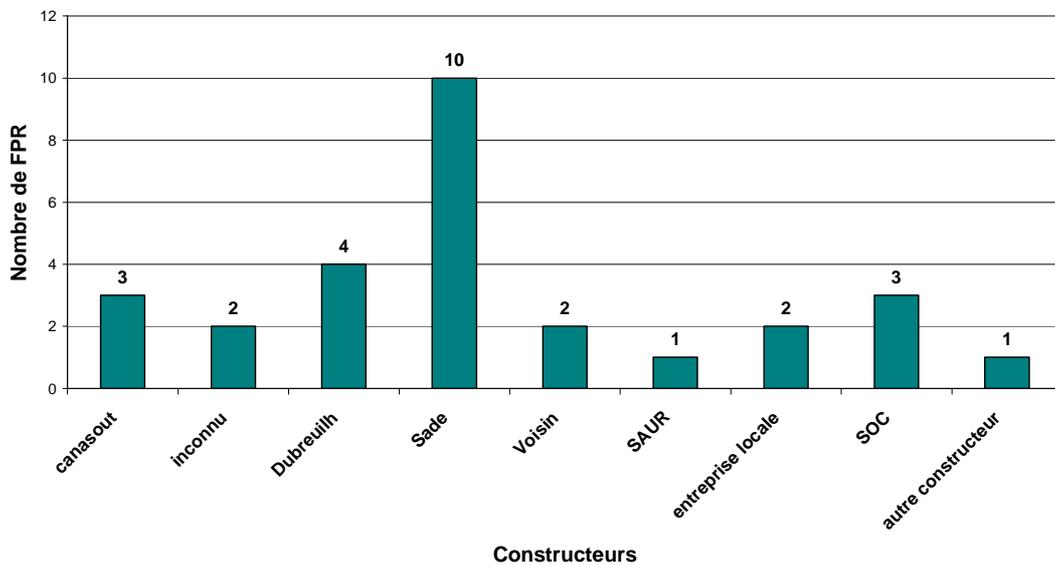


**Graphique 32 : répartition des FPR par gamme de capacité en Gironde**

La répartition par constructeur

Cinq stations sont mal renseignées et traitent 925 EH soit 5 % des EH épurés. Le nombre de stations par constructeur est décrit par le graphique 33 :

**Nombre de FPR par constructeur en Gironde**



**Graphique 33 : répartition du nombre de FPR par constructeur en Gironde**

L'entreprise la plus présente en Gironde est la Sade qui traite 37 % des EH. Elle est suivie de la SOC (20 % des EH) et de Dubreuilh (16 % des EH).

## Les Landes

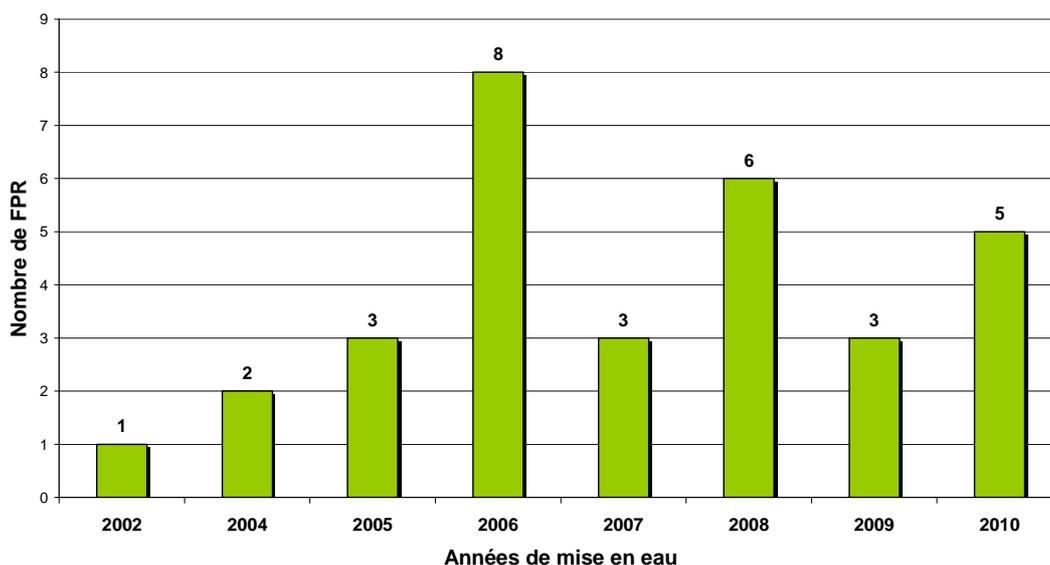
Gamme de capacité : 70 – 1 650 EH  
Nombre de stations : 31  
Rang en nombre d'installations : 6<sup>ème</sup> rang  
Rang en nombre d'EH traités : 8<sup>ème</sup> rang

Nombre d'EH épurés : 11 255 EH  
Charge : 675,3 Kg de DBO<sub>5</sub>/j  
Pourcentage d'installation : 5,36 %  
Pourcentage d'EH traités : 5,66 %

### Age du parc

Le plus ancien FPR du département est Garein (400 EH) construit en 2002 par Voisin. Le pic de mise en eau des FPR date de 2006. Les dates de mise en service sont résumées par le graphique 34 :

#### **Nombre de FPR mis en eau par année dans les Landes**



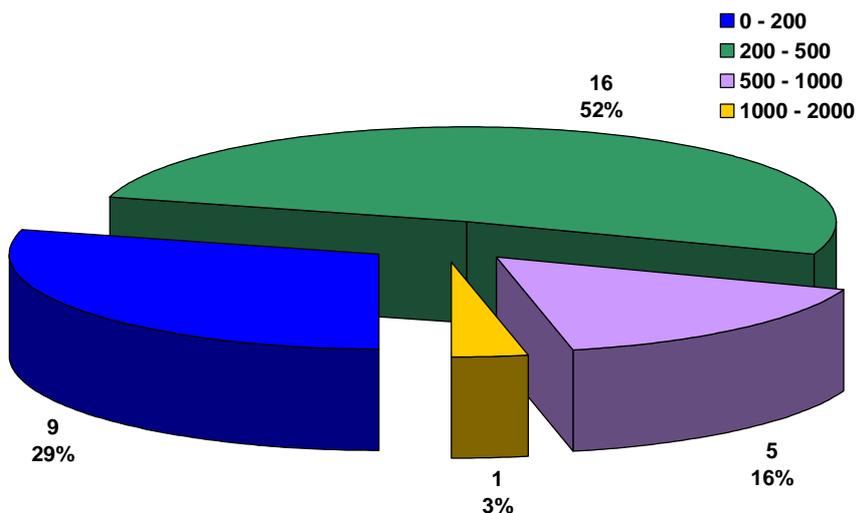
**Graphique 34 : nombre de mise en service de station par années dans les Landes**

### Répartitions des FPR

La gamme 0 – 500 EH représente 81 % des installations de FPR du département et 60 % des EH traités. La station la plus importante de FPR est Pomarez (1 650 EH) qui traite 15 % des EH, il s'agit d'un filtre hybride (FPRV + recirculation + FPRH). Les stations non primables traitent 13 % des EH.

La répartition des FPR par gamme de capacité est illustrée par le graphique 35 :

**Nombre de FPR par gamme de capacité dans les Landes**

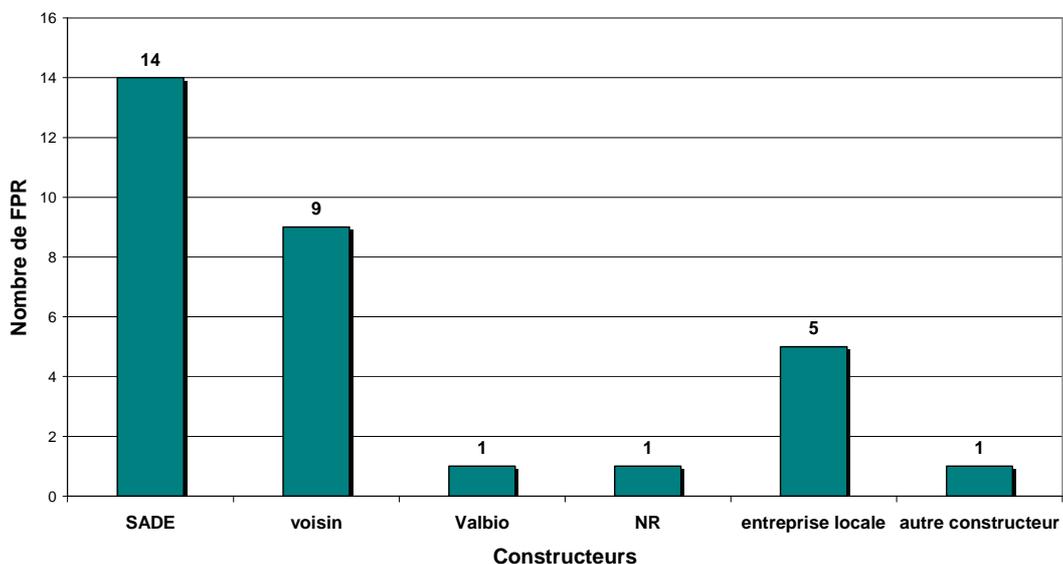


**Graphique 35 : répartition des FPR par gamme de capacité dans les Landes**

*La répartition par constructeur*

Deux FPR sont mal renseignés sur le nom du constructeur cela représente 6 % des installations et 4 % des EH traités soit 440 EH. Le nombre de stations par constructeur est décrit par le graphique 36 :

**Nombre de FPR par constructeur dans les Landes**



**Graphique 36 : répartition du nombre de FPR par constructeur dans les Landes**

La Sade est très implantée dans ce département ainsi que Voisin et les différentes entreprises locales, ces sociétés représentent respectivement 41 %, 25 % et 26 % des EH traités par FPR dans le département

## Le Lot

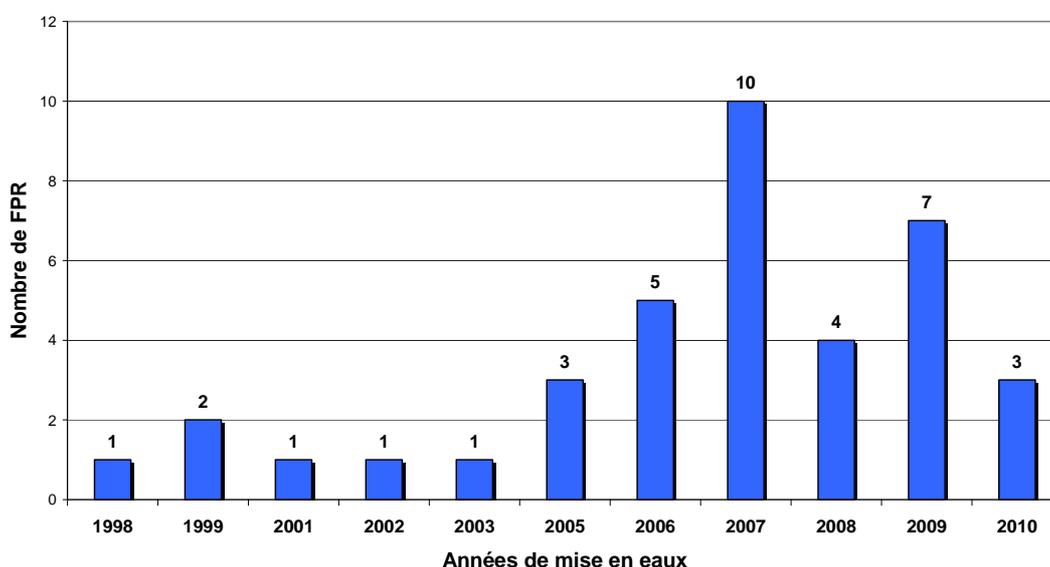
Gamme de capacité : 50 – 1 000 EH  
Nombre de stations : 35 (38 si < 2000 inclus)  
Rang en nombre d'installations : 5<sup>ème</sup> rang  
Rang en nombre d'EH traités : 9<sup>ème</sup> rang

Nombre d'EH épurés : 10 055 EH  
Charge : 603,3 Kg de DBO<sub>5</sub>/j  
Pourcentage d'installation : 6,06 %  
Pourcentage d'EH traités : 5,06 %

## Age du parc

Le Lot compte 3 FPR antérieur à 2000, Saint Matré (1998 ; 120 EH), Cazillac (1999 ; 50 EH) et Les Arques (1999 ; 160 EH). Ils ont été construits respectivement par REEB pour les deux premiers et Epur-Nature pour le dernier. Si les 3 filtres antérieurs à 2000 sont considérés, le département traite 10 385 EH par filtres plantés de roseaux soit 632,1 kg DBO<sub>5</sub>/j. Le pic de mise en eau date de 2007. Les dates de mise en service sont résumées par le Graphique 37 :

### **Nombre de FPR mis en eau par année dans le Lot**

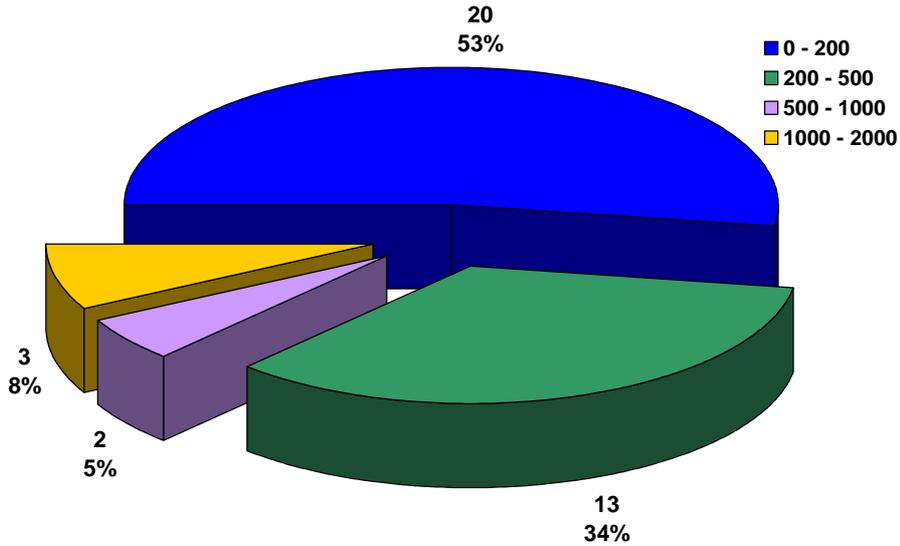


**Graphique 37 : nombre de mise en service de station par années dans le Lot**

## Répartitions des FPR

La gamme de capacité 0 – 500 EH représente 87 % des FPR du département et 59 % des EH traités par ces derniers. Les FPR non primable traitent 23 % des EH. Les 3 stations de 1 000 EH épure 29 % des EH. La répartition des FPR par gamme de capacité est illustrée par le graphique 38 :

**Nombre de FPR en fonction de la gamme de capacité dans le Lot**

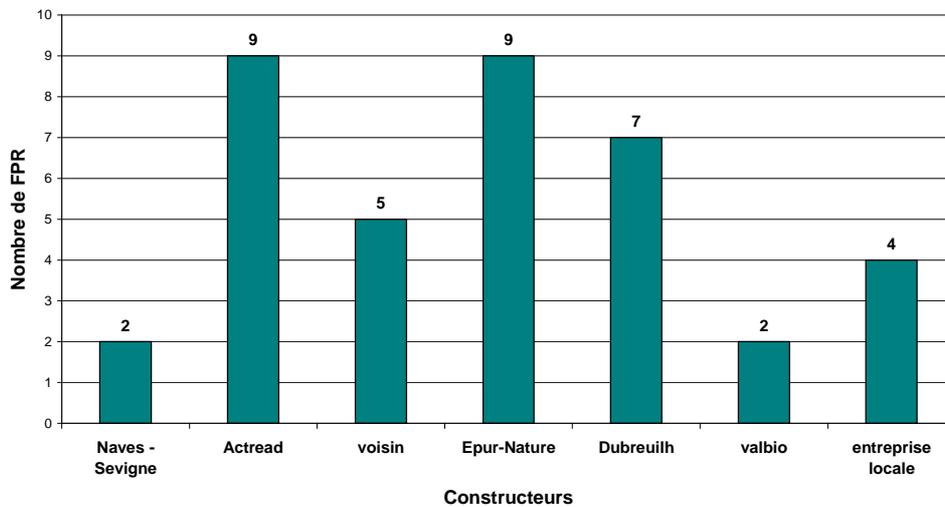


**Graphique 38 : répartition des FPR par gamme de capacité dans le Lot**

**La répartition par constructeur**

Tous les constructeurs de FPR du département sont connus. Le nombre de stations par constructeur est décrit par le graphique 39 :

**Nombre de FPR par constructeur dans le Lot**



**Graphique 39 : répartition du nombre de FPR par constructeur dans le Lot**

Les 3 constructeurs les plus implantés dans le Lot sont Epur-Nature, Actread et Dubreuilh qui traitent respectivement 36 %, 28 % et 13 % des EH épurés par les FPR.

## Le Lot-et-Garonne

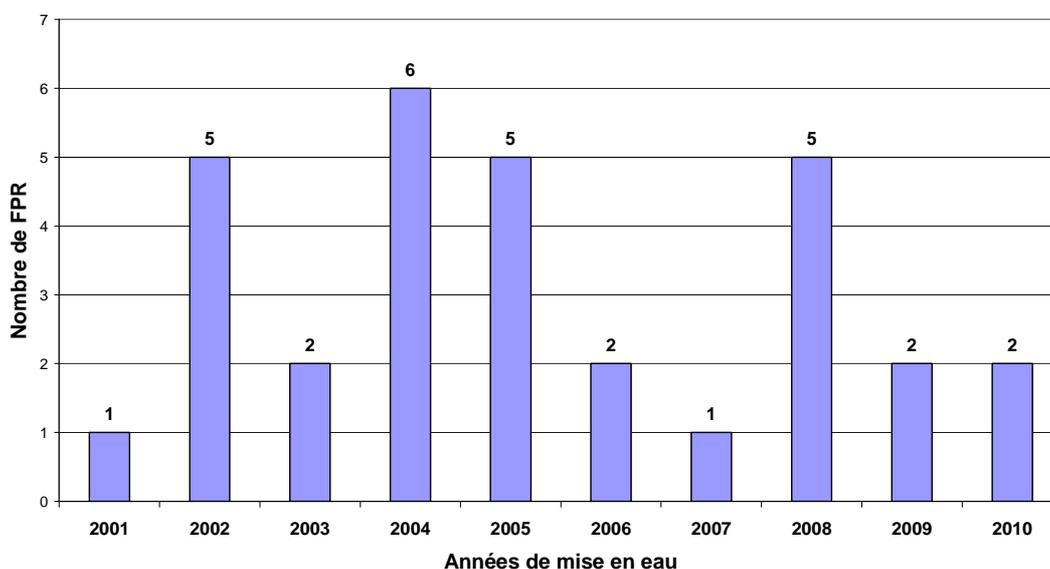
Gamme de capacité : 45 – 1 900 EH  
Nombre de stations : 31  
Rang en nombre d'installations : 6<sup>ème</sup> rang  
Rang en nombre d'EH traités : 11<sup>ème</sup> rang

Nombre d'EH épurés : 8 065 EH  
Charge : 483,9 kg de DBO<sub>5</sub>/j  
Pourcentage d'installation : 5,36 %  
Pourcentage d'EH traités : 4,06 %

### Age du parc

Le plus anciens FPR du département date de 2001, il s'agit de Bazens (50 EH). Le pic de mise en eau date de 2004. Les dates de mise en service sont résumées par le graphique 40 :

**Nombre de FPR mis en eau par année dans le Lot-et-Garonne**



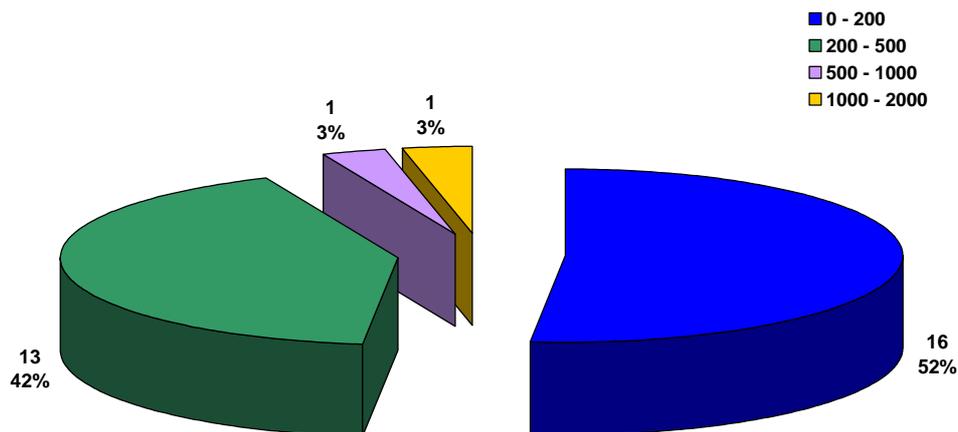
**Graphique 40 : nombre de mise en service de station par années en Lot-et-Garonne**

### Répartitions des FPR

La gamme de capacité 0 – 500 EH représente 94 % des installations et 58 % des EH traités par FPR sur le département. Les stations non primables traitent 19 % des EH. Monflanquin est la station de FPR la plus importante du département est traite 37 % des EH (1 900 EH).

La répartition des FPR par gamme de capacité est illustrée par le graphique 41 :

### Nombre de FPR par gamme de capacité en Lote et Garonne

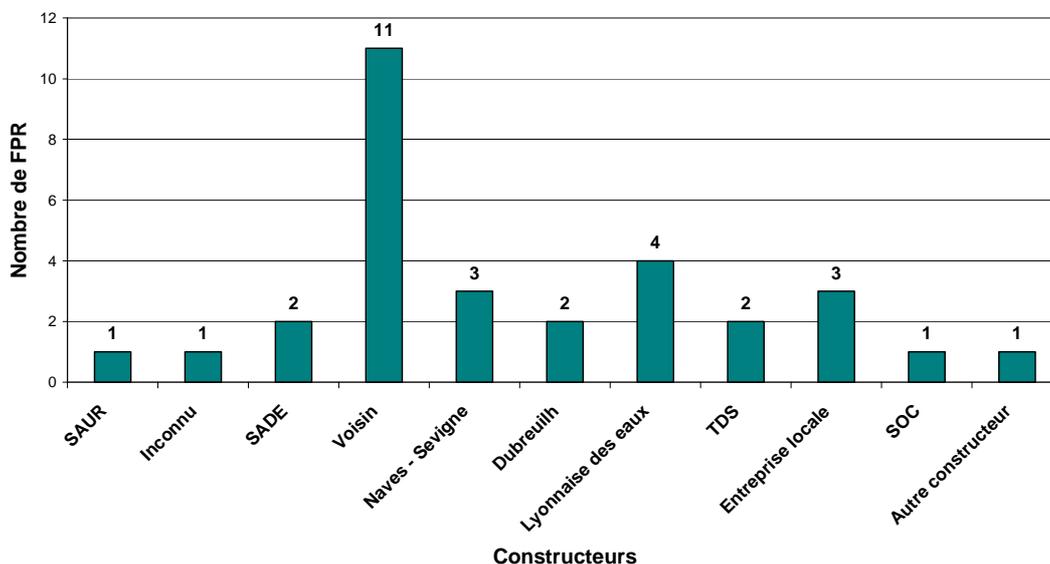


Graphique 41 : répartition des FPR par gamme de capacité dans le Lot-et-Garonne

### La répartition par constructeur

Le département compte 2 constructeurs mal renseignés qui traitent 3 % des EH. Le nombre de stations par constructeur est décrit par le graphique 42 :

### Nombre de FPR par constructeur en Lot-et-Garonne



Graphique 42 : répartition du nombre de FPR par constructeur en Lot-et-Garonne

Voisin est l'entreprise la plus implantée avec 31 % des EH traités. La Saur traite 24 % des EH du département par rapport aux autres constructeurs avec la seule station de Monflanquin.

## La Lozère

Gamme de capacité : 100- 1 500 EH

Nombre de stations : 6

Rang en nombre d'installations : 14<sup>ème</sup> rang

Rang en nombre d'EH traités : 19<sup>ème</sup> rang

Nombre d'EH épurés : 2 200 EH

Charge : 132 kg de DBO<sub>5</sub>/j

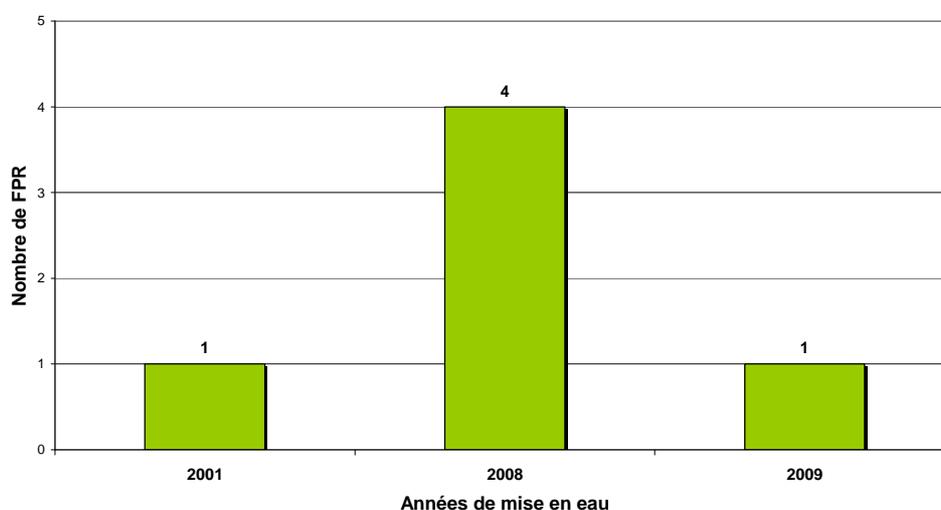
Pourcentage d'installation : 1,04 %

Pourcentage d'EH traités : 1,11 %

## Age du parc

Le FPR de Saint Maurice de Ventalon (100 EH) est le plus ancien du département. En effet, REEB l'a construit en 2001. La Lozère est à cheval sur deux bassins hydrographiques (AG et LB), le pic de mise en service en AG correspond à l'année 2008. Les dates de mise en service sont résumées par le graphique 43 :

### **Nombre de FPR mis en eaux par années en Lozère**



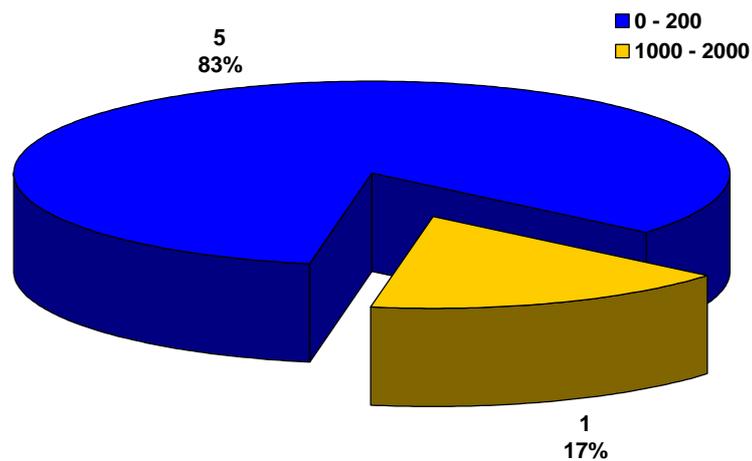
**Graphique 43 : nombre de mise en service de station par années en Lozère**

## Répartitions des FPR

La Lozère étant un département montagneux, la plus part des collectivités sont de petites capacités. Les 5 stations de la gamme de capacité 0 – 200 EH traitent 32 % des EH. La station de FPR la plus importante du département est Pont de Monvert.

La répartition des FPR par gamme de capacité est illustrée par le graphique 44 :

### Nombre de FPR par gamme de capacité en Lozère



Graphique 44 : répartition des FPR par gamme de capacité en Lozère

### La répartition par constructeur

La moitié des stations de Lozère ont été construites par Sévigné et l'autre moitié par 3 entreprises locales différentes. L'entreprise Sévigné traite 83 % d'EH par FPR du département.

## Le Puy de Dôme

Gamme de capacité : 75 – 480 EH

Nombre de stations : 5

Rang en nombre d'installations : 15<sup>ème</sup> rang

Rang en nombre d'EH traités : 20<sup>ème</sup> rang

Nombre d'EH épurés : 935 EH

Charge : 56,1 kg de DBO<sub>5</sub>/j

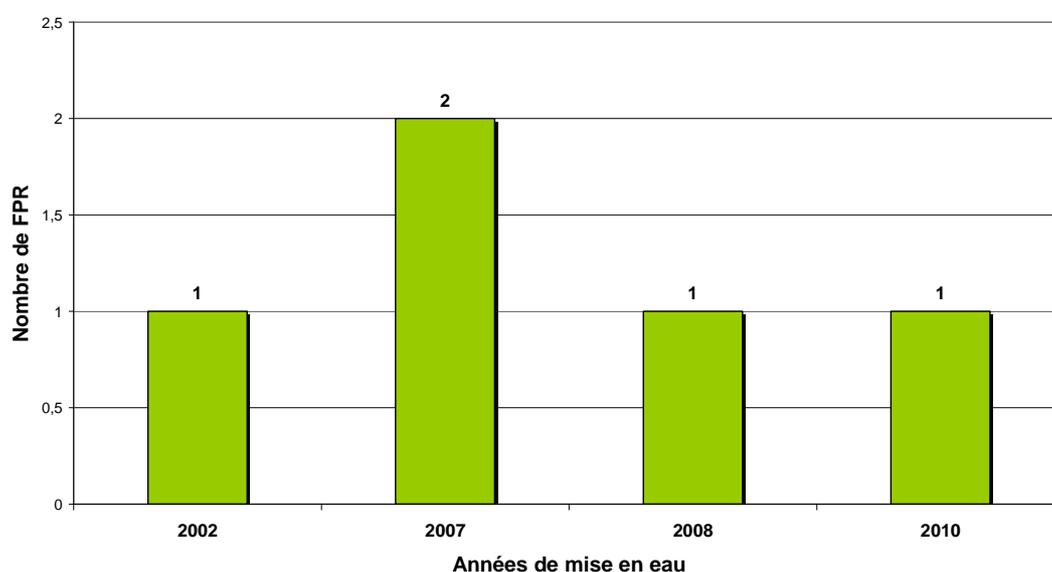
Pourcentage d'installation : 0,87 %

Pourcentage d'EH traités : 0,47 %

### Age du parc

La station la plus ancienne par FPR du département est celle de Singles (100 EH) construite en 2002 et de constructeur inconnu. Le Puy de Dôme n'est que très partiellement sur le bassin AG ce qui explique le peu de FPR. Les dates de mise en service sont résumées par le graphique 45 :

**Nombre de FPR mis en eaux par année dans le Puy de Dôme**



**Graphique 45 : nombre de mise en service de station par années dans le Puy de Dôme**

### Répartitions des FPR

La gamme de capacité 0 – 200 EH compte 4 FPR et la gamme de capacité 200 – 500 EH 1 seul FPR (Messeix). Les stations non primaires traitent 49 % des EH.

### La répartition par constructeur

Un FPR n'a pas de constructeur renseigné ce qui correspond à 10 % des EH. Les 4 autres FPR du département ont été construits par 2 constructeurs Carrieres / TP Lyaudet SARL et Robinet SA. Carrieres / TP Lyaudet SARL ont construits 3 FPR qui traitent 75 % EH.

## Les Pyrénées Atlantiques

Gamme de capacité : 180 – 550 EH

Nombre de stations : 11

Rang en nombre d'installations : 13<sup>ème</sup> rang

Rang en nombre d'EH traités : 16<sup>ème</sup> rang

Nombre d'EH épurés : 3880 EH

Charge : 232,8 kg de DBO<sub>5</sub>/j

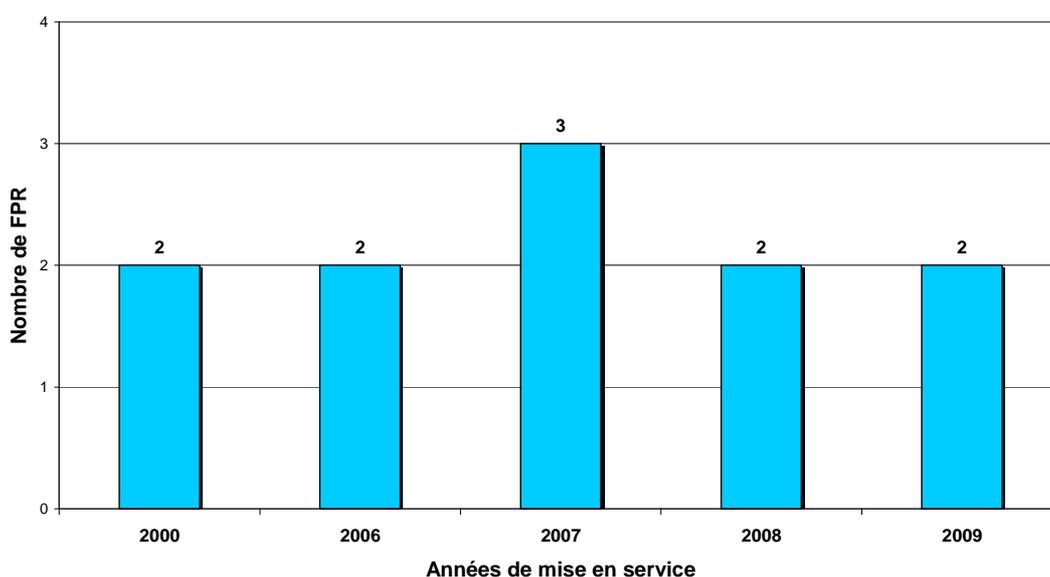
Pourcentage d'installation : 1,90 %

Pourcentage d'EH traités : 1,95 %

### Age du parc

Les deux plus anciens FPR du département datent de 2000, il s'agit de Brug Cabis Mifaget (450 EH) et Gugarber (490 EH), construits tous les deux par Epur-Nature. Les dates de mise en service sont résumées par le graphique 46 :

**Nombre de FPR mis en eau par année dans les Pyrénées Atlantiques**



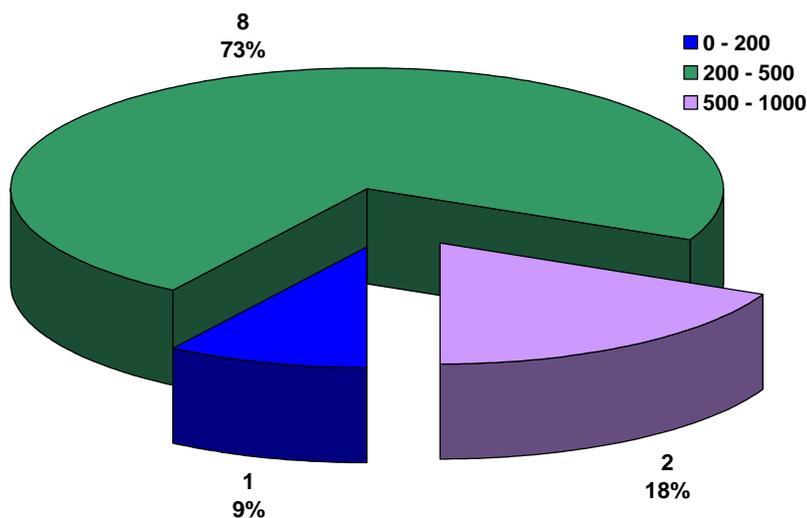
**Graphique 46 : nombre de mise en service de station par années dans les Pyrénées Atlantiques**

### Répartitions des FPR

La gamme de capacité 0 – 500 EH représentent 82 % des installations de FPR du département et 73 % des EH traités. Les 2 stations de la gamme 500 – 1000 sont dans la limite basse car elles traitent 1 050 EH soit 27 % des EH traités par les FPR dans le département.

La répartition des FPR par gamme de capacité est illustrée par le graphique 47 :

**Nombre de FPR par gamme de capacité dans les Pyrénées Atlantiques**

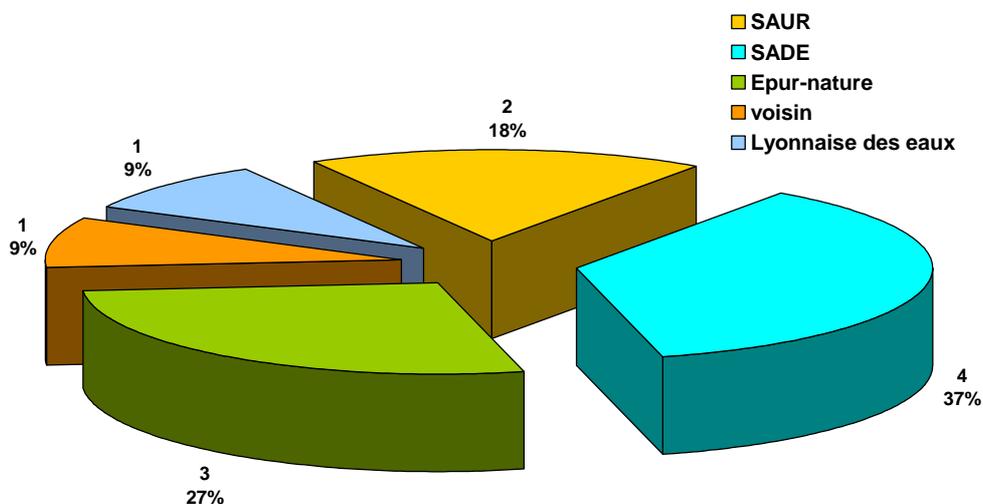


**Graphique 47 : répartition des FPR par gamme de capacité dans les Pyrénées Atlantiques**

**La répartition par constructeur**

Tous les constructeurs du département sont renseignés. Le nombre de stations par constructeur est décrit par le graphique 48 :

**Nombre de FPR par constructeur dans les Pyrénées Atlantiques**



**Graphique 48 : répartition du nombre de FPR par constructeur dans les Pyrénées Atlantiques**

L'entreprise la moins implantée en termes d'EH traités est Voisin. Les entreprises Sade et Epur-Nature sont bien représentées sur le département et traitent respectivement 28 % et 35 % des EH par les FPR.

## Les Hautes Pyrénées

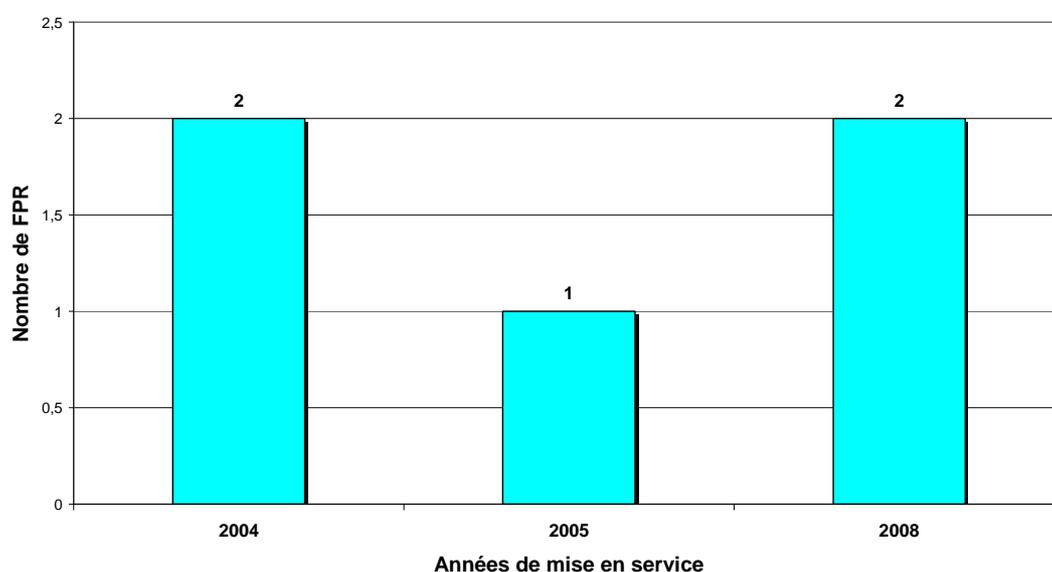
Gamme de capacité : 470 – 830 EH  
Nombre de stations : 5  
Rang en nombre d'installations : 15<sup>ème</sup> rang  
Rang en nombre d'EH traités : 17<sup>ème</sup> rang

Nombre d'EH épurés : 3 000 EH  
Charge : 180 kg de DBO<sub>5</sub>/j  
Pourcentage d'installation : 0,87 %  
Pourcentage d'EH traités : 1,51 %

### Age du parc

Les plus anciens FPR du département datent de 2004, s'il s'agit de Boo Silen (500 EH) construit par Epur-Nature et Castelnau Rivière Basse (830 EH) construit par la Sade. Les dates de mise en service sont résumées par le graphique 49 :

**Nombre de FPR mis en eau par année dans les Hautes Pyrénées**



**Graphique 49 : nombre de mise en service de station par années dans les Hautes-Pyrénées**

### Répartitions des FPR

Les FPR du département figurant dans 2 catégories, les gammes de capacité de 200 – 500 EH (1 FPR) et celle de 500 – 1 000 EH (4 FPR). Cette dernière gamme traite 84 % des EH par FPR.

### La répartition par constructeur

Le département compte 4 constructeurs différents, la Sade a construit 2 FPR qui traitent un peu plus de 50 % des EH. Les entreprises Sogéa (17 % des EH), Epur-Nature (17 % des EH) et Scam TP (16 % des EH) se divisent les 50 % restant en 3 parts quasi égales.

## Le Tarn

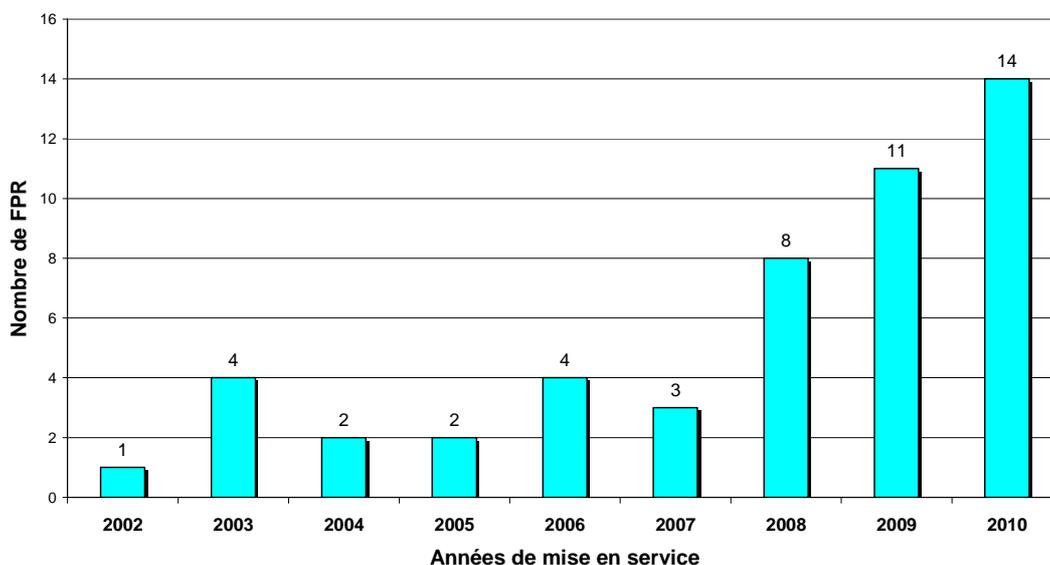
Gamme de capacité : 20 – 1 200 EH  
Nombre de stations : 49  
Rang en nombre d'installations : 3<sup>ème</sup> rang  
Rang en nombre d'EH traités : 4<sup>ème</sup> rang

Nombre d'EH épurés : 16 505 EH  
Charge : 990,3 kg de DBO<sub>5</sub>/j  
Pourcentage d'installation : 8,48 %  
Pourcentage d'EH traités : 8,3 %

### Age du parc

La station par FPR la plus ancienne de département est Peyrole (200 EH) construite en 2002 par Epureaux. Le Tarn s'équipe de plus en plus de FPR. Les dates de mise en service sont résumées par le graphique 1 :

#### **Nombre de FPR mis en eau par années dans le Tarn**



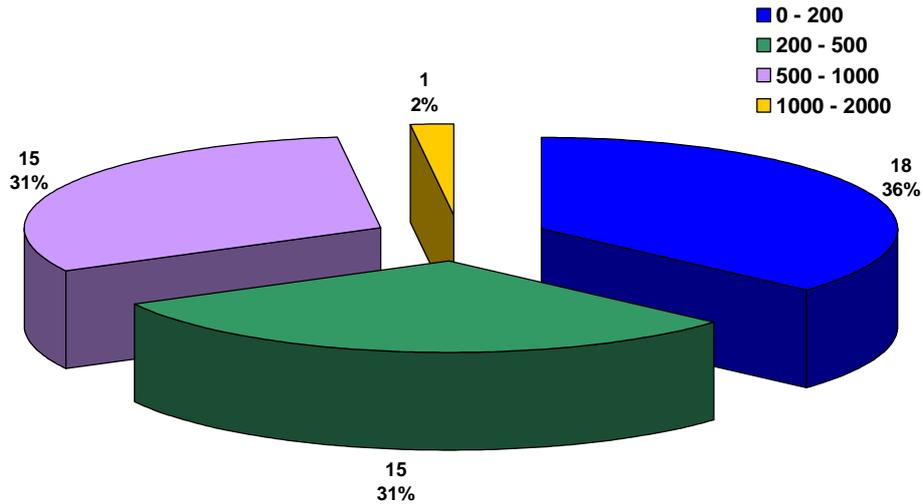
**Graphique 50 : nombre de mise en service de station par années dans le Tarn**

### Répartitions des FPR

La gamme de capacité 0 – 500 EH représente 67 % des FPR du département et 35 % des EH traités. Les stations non primables représentent 12 % des EH traités par FPR. La gamme de capacité 500 -1 000 EH traite 49 % des EH.

La répartition des FPR par gamme de capacité est illustrée par le graphique 51 :

**Nombre de FPR par gamme de capacité dans le Tarn**

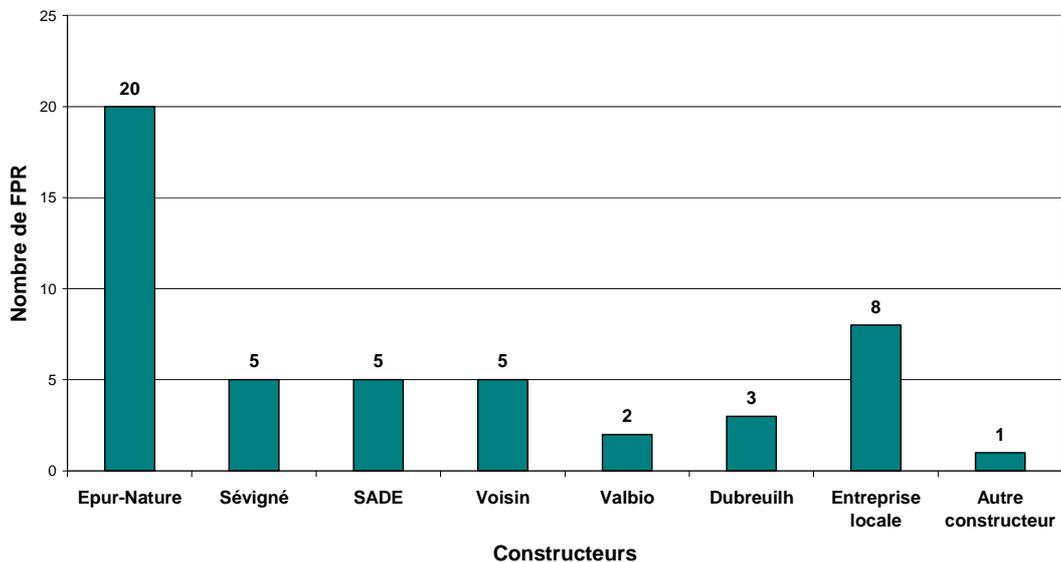


**Graphique 51 : répartition des FPR par gamme de capacité dans le Tarn**

*La répartition par constructeur*

Deux constructeurs de FPR dans le département sont mal renseignés ce qui représente 4 % des installations et 14 % des EH traités par FPR (204 EH). Le nombre de stations par constructeur est décrit par le graphique 52 :

**Nombre de FPR par constructeur dans le Tarn**



**Graphique 52 : répartition du nombre de FPR par constructeur dans le Tarn**

Les entreprises locales connues sont au nombre de 7 et traitent 5 % des EH par FPR. La société la plus implantée est Epur-Nature et traite 51 % des EH. Les deux autres constructeurs traitant le plus de pollution sont Sévigné (14 % des EH) et Sade (13 % des EH).

## Le Tarn-et-Garonne

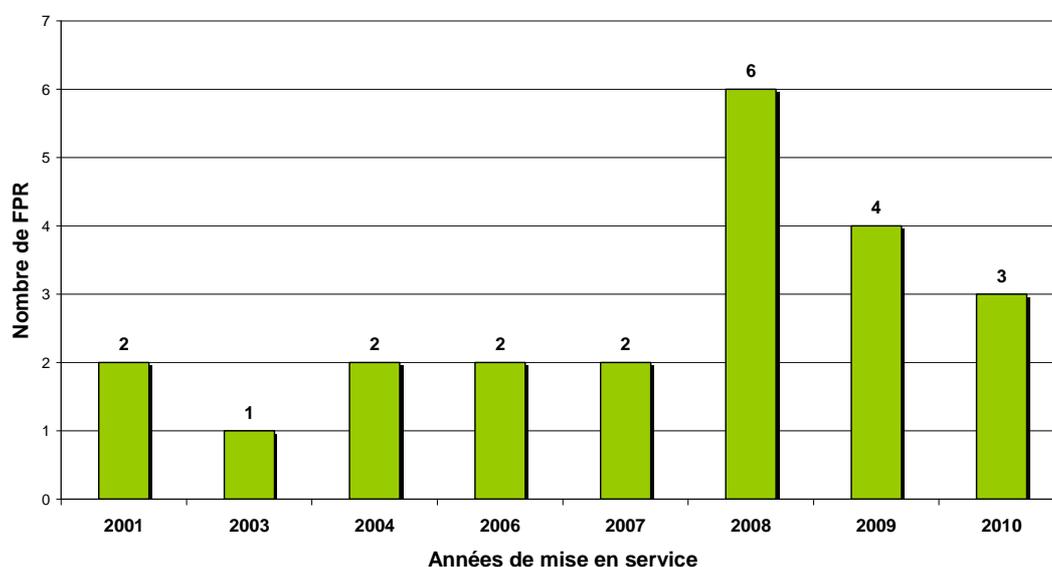
Gamme de capacité : 80 – 4000 EH  
Nombre de stations : 22  
Rang en nombre d'installations : 10<sup>ème</sup> rang  
Rang en nombre d'EH traités : 6<sup>ème</sup> rang

Nombre d'EH épurés : 13 155 EH  
Charge : 789,3 kg de DBO<sub>5</sub>/j  
Pourcentage d'installation : 3,81 %  
Pourcentage d'EH traités : 6,62 %

### Age du parc

Les plus anciens FPR du département datent de 2001, s'il s'agit de Nohic (400 EH) et Saint Projet (190 EH) construits par Epur-Nature. Le pic de mise en service est apparu en 2008. Les dates de mise en service sont résumées par le graphique 53 :

#### **Nombre de FPR mis en eau par années en Tarn-et-Garonne**

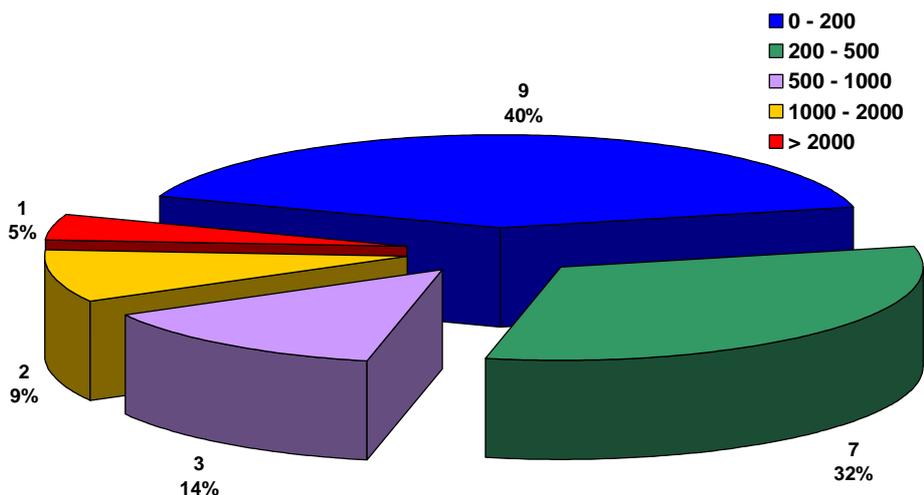


**Graphique 53 : nombre de mise en service de station par années dans le Tarn-et-Garonne**

### Répartitions des FPR

La gamme de capacité 0 – 500 EH représente 72 % des FPR du département et traite 29 % des EH. Les stations non primaires représentent 11 % des EH épurés. Le département accueille la plus importante station du bassin par FPR : Nègrepelisse. Cette dernière épure 30 % des EH par FPR. La gamme de capacité 1 000 – 2 000 EH traite 22 % des EH. La répartition des FPR par gamme de capacité est illustrée par le graphique 54 :

**Nombre de FPR par gamme de capacité en Tarn-et-Garonne**

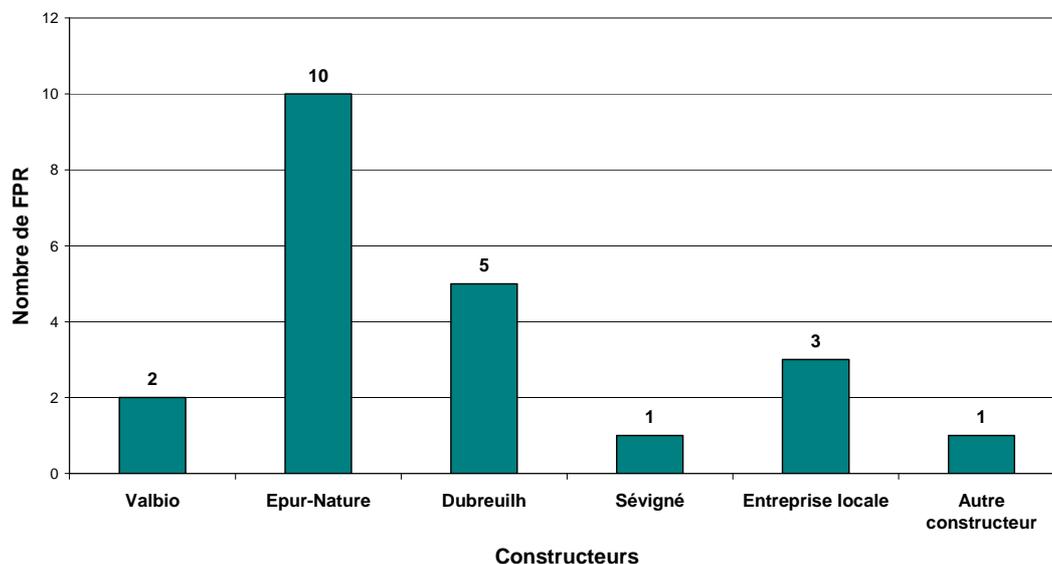


**Graphique 54 : répartition des FPR par gamme de capacité dans le Tarn-et-Garonne**

*La répartition par constructeur*

Deux constructeurs de FPR dans le département sont mal renseignés ce qui représente 9 % des installations et des EH traités par FPR (1190 EH). Le nombre de stations par constructeur est décrit par le graphique 55 :

**Nombre de FPR par constructeur en Tarn-et-Garonne**



**Graphique 55 : répartition du nombre de FPR par constructeur dans le Tarn-et-Garonne**

Les sociétés Epur-Nature et Dubreuilh sont très implantées dans le département et traitent respectivement 69 % (dont Nègrepelisse) et 15 % des EH.

*Les petits départements : le Gard, l'Hérault, les Deux-Sèvres, la Vienne et la Haute-Vienne*

<b>Département 30 : le Gard</b>				
nombre de station	1			
capacité	150			
constructeurs	NAVES - SEVIGNE			
année de mise en service	2010			
<b>Département 34 : l'Hérault</b>				
nombre de station	1			
capacité	70			
constructeurs	Inéo			
année de mise en service	2008			
<b>Département 79 : les Deux Sèvres</b>				
nombre de station	1			
capacité	185			
constructeurs	SADE			
année de mise en service	2007			
<b>Département 86 : la Vienne</b>				
nombre de station	3			
capacité	30 - 100			
capacité cumulé en EH	190			
constructeurs	SADE	SIMEER		GILLON SA
capacité des FPR	60	30		100
année de mise en service	2010	2006		2009
<b>Département 87 : la Haute Vienne</b>				
nombre de station	2			
capacité	120 - 180			
capacité cumulé en EH	300			
constructeurs	Bonnefond	ACTREAD		
capacité des FPR	180	120		
année de mise en service	2006	2002		

*Annexe 4 : Photos de stations visitées*



**Dégrilleur de Bérat (31)**



**Dégrilleur droit d'Aigrefeuille (31)**



**Dégrilleurs à vis et manuel de Beguey (33)**



**Dégrilleurs double peigne de Saint Brice (33)**



**Panier de la station de Montans (81)**



**Vanne papillon du 2<sup>ème</sup> étage de Bérat (31)**



**Vanne Guillotine en PVC du 1<sup>er</sup> étage de Bérat (31)**



**Vannes guillotines à volant de la station de Borrèze (24)**



**Tuyaux en PVC amovible de la station de Fabas (09)**



**Vannes un ¼ de tour de la station de Périssac (33)**



**Vanne à opercule de la station de Saint Martory (31)**



**Vanne guillotine de la station de Saint Amand de Coly (24)**



**Vanne pneumatique de la station de Nègrepelisse (82)**



**Lame guillotine de la station de Salmiech (12)**



**Développement de mousses et de frênes dans l'ouvrage de répartition (2ème étage), station de Serre sur Arget (09)**



**Fixation latérale sur la station de Beauvais sur Tescou (81)**



**2ème étage de la station de Serre sur Arget (09)**



**Rampe d'alimentation elliptique de la station de Salmiech (12)**

## Annexe 5 : Rhizostep®

Les données sur le Rhizostep® sont extraites de l'Évaluation du procédé Rhizostep® de SAUR étude coordonnée par **MOLLE P.** du Cemagref (février 2008) et d'une note de synthèse du service DCT accessible sur l'intranet.

Le premier étage du procédé à une surface utile de 0,6 m<sup>2</sup>/EH répartie en 2 filtres en parallèle. Sa composition est comparée aux prescriptions du Cemagref dans la figure ci-dessous :

	Rhizostep®	Guide Macrophyte
Partie supérieure	20 cm de 2/4	> 30 cm de 2/8
	30 cm de 4/10	10 – 20 cm de 3/20
	30 cm de 10/20	10 – 20 cm de 20/60 avec drains
Partie inférieure	Biobloc®	

### Comparaison entre le 1<sup>er</sup> étage d'un Rhizostep® et le 1<sup>er</sup> étage de FPR classique (source Cemagref)

La granulométrie de chaque couche (intermédiaire et drainante) est plus grossière pour le Rhizostep® car les drains, sensibles au colmatage par des matériaux fins, ont été remplacés par un plancher drainant. Les couches (intermédiaire et drainante) sont plus épaisses afin de favoriser la remontée de l'oxygène vers la surface du filtre.

Le deuxième étage est dimensionné à 0,4 m<sup>2</sup>/EH en 2 filtres fonctionnant en parallèle. Sa composition est comparée aux prescriptions du Cemagref dans la figure ci-dessous :

	Rhizostep®	Guide Macrophyte
Partie supérieure	10 cm de sable 0/4 mm	> 30 cm de sable fuseau Cemagref
	35 cm de 2/4	10 – 20 cm de 5/10 mm
	40 cm de 4/10	10 – 20 cm de 20/40 avec drains
Partie inférieure	Biobloc®	

### Comparaison entre le 2<sup>ème</sup> étage d'un Rhizostep® et le 2<sup>ème</sup> étage d'un FPR classique (source Cemagref)

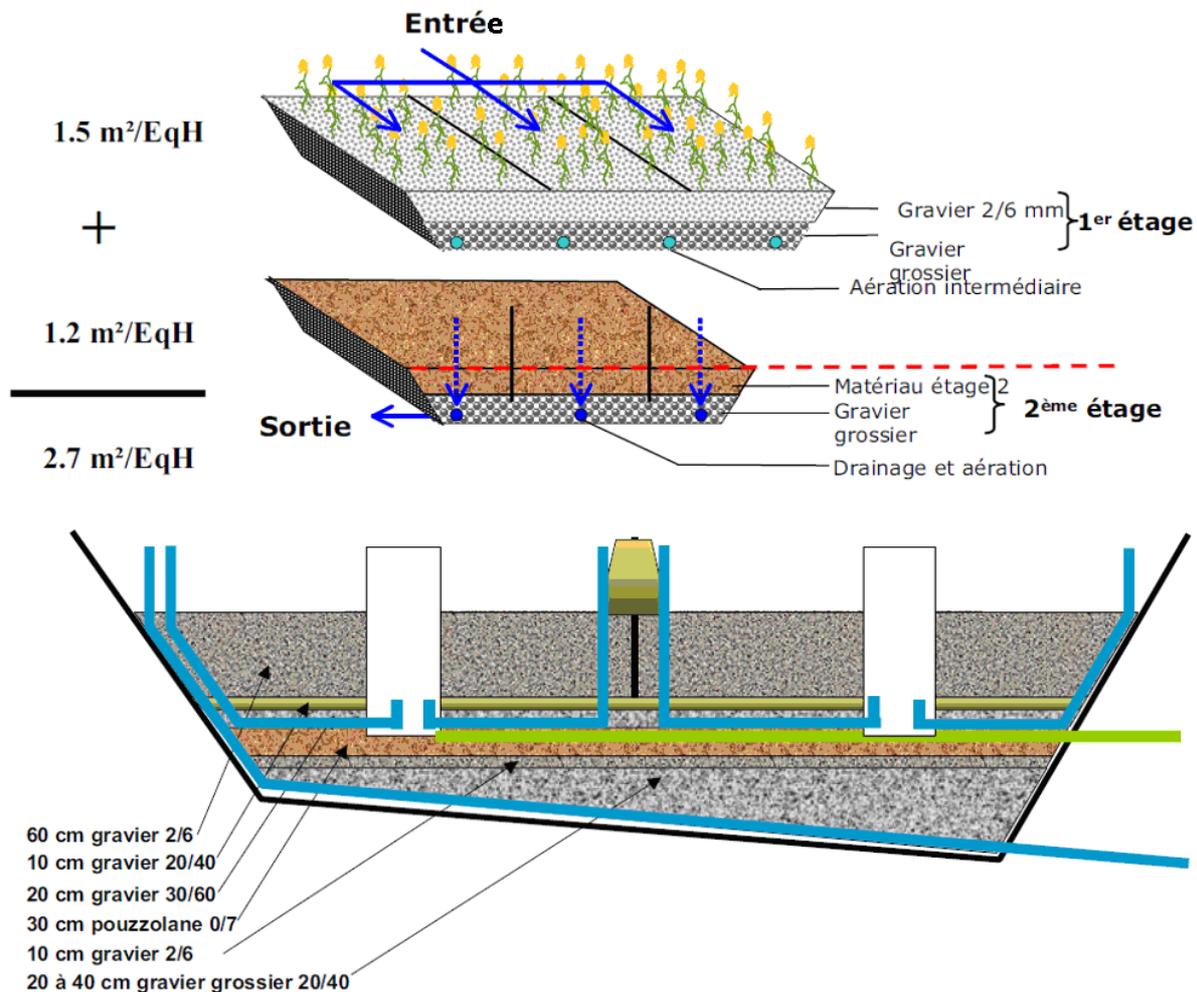
La couche de sable est réduite et la couche de graviers augmentée afin de favoriser les transferts de gaz. Les matériaux utilisés pour garnir les filtres sont des graviers calcaires concassés et lavés sauf pour la couche de sable du 2<sup>ème</sup> étage qui est roulé lavé sans calcaire.

Les matériaux sont lavés pour éviter l'obstruction du plancher d'aération par des fines ou colmater le 2<sup>ème</sup> étage. La SAUR utilise du gravier concassé car la porosité et la taille des pores est plus importante qu'un gravier roulé. La circulation des gaz (oxygénation) et de l'eau est donc meilleure. Une circulation trop rapide de l'eau nuit au rendement épuratoire. L'utilisation de matériaux calcaires permet de maintenir des conditions optimum de nitrification (pH, alcalinité). Les effluents s'acidifient, permettant la dissolution du calcaire et la libération de bicarbonates. Ces bicarbonates neutralisent le pH. La dissolution du calcaire entraîne une modification de la structure du matériau filtrant et donc de l'hydrodynamique ainsi que du transfert des gaz.

### Annexe 6 : Bi-Filtre planté®

Le bi-filtre planté est un procédé développé par Epur – Nature qui permet une réduction de l'emprise au sol de la station tout en permettant le même niveau de rejet sur le carbone qu'un filtre classique. Depuis la publication de l'arrêté du 22 juin 2007, admettant un niveau de rejet basé sur le rendement, le bi-filtre est moins utilisé ou en concurrence avec le filtre à 1 seul étage.

La figure suivante présente la conception d'un bi-filtre® :



#### Conception d'un bi-filtre® (source Cemagref)

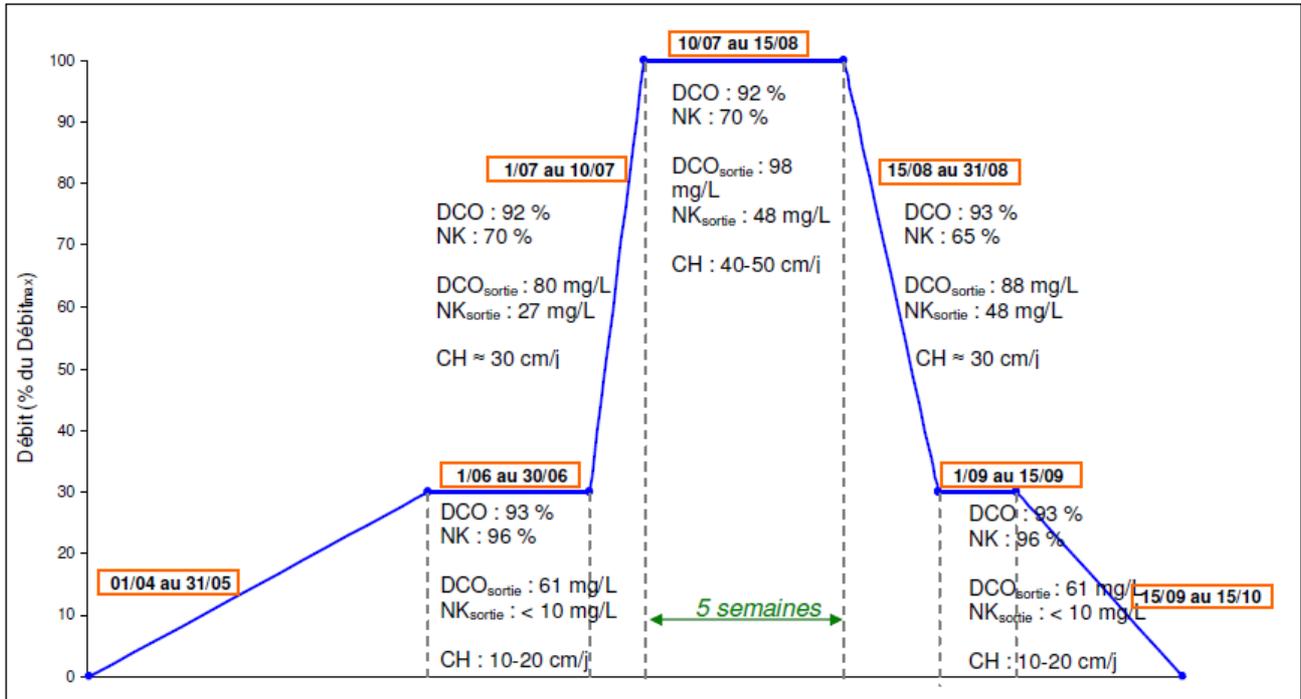
Le sable sur le 2<sup>ème</sup> étage est à proscrire, cela doit être de la pouzzolane ou un matériau de grosse granulométrie ( $d_{10} > 0,5$  et un CU uniforme). En effet, le sable favorise le colmatage et un flaquage permanent sur le filtre, le traitement du NTK est aussi moins bon qu'avec de la pouzzolane.

Il est possible d'intégrer un by-pass entre le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>ème</sup> étage pour soulager ce dernier en cas de souci. Car l'infiltration est lente. Il faut penser à un complément de traitement en cas de by-pass.

Le bi-filtre® doit être dimensionné de façon à ne pas dépasser une charge hydraulique de 90 cm/j au maximum.

### Annexe 7 : Cas du camping

Les campings sont soumis à d'importantes variations de charges hydraulique et organique durant leur saison d'ouverture. En dehors de cette saison, les filtres ne reçoivent que les effluents du propriétaire et de sa famille, s'ils vivent sur place. La figure suivante présente le comportement du premier étage du filtre face aux variations durant la saison d'ouverture.



**Simulation de fonctionnement pendant une saison touristique : rendements, concentrations, charges hydrauliques appliqués à la surface du filtre du premier étage (Cemagref, mars 2010).**

## Annexe 8 : Cas du phosphore par les filtres garnis d'apatite

Les filtres plantés de roseaux tant verticaux qu'horizontaux, ne retiennent que très peu le phosphore sur le long terme. Les recherches du Cemagref sur la rétention du phosphore sur les filtres plantés de roseaux ont conduit à privilégier l'apatite (minéral à base de phosphate de calcium).

Le choix du matériau s'effectue en fonction de ses caractéristiques physique, chimique et minéralogique.

Les caractéristiques physiques doivent répondre aux exigences du dimensionnement hydraulique : granulométrie, porosité, conductivité hydraulique.

Les phases minérales doivent être identifiées.

En ce qui concerne les caractéristiques chimiques les différents éléments sont identifiés : éléments majeurs (P, Ca, Si, Mg, Fe, Al) et traces (As, Cd, Cr, U, etc.).

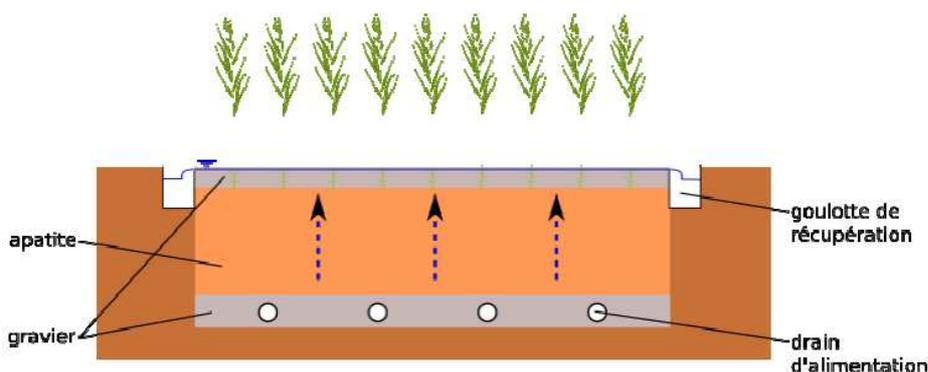
La caractérisation des éléments chimiques est importante car l'apatite a la faculté de retenir des éléments tels que le cuivre, le zinc et le mercure, par contre le régilage d'Uranium est observé. La radioactivité mesurée en surface est de 0,3  $\mu\text{Sv/h}$ , cependant aucune radioactivité n'est mesurée à 30 cm du filtre, ni à un mètre au-dessus du filtre. Le Cemagref préconise un temps de travail maximal (désherbage/faucardage) sur les filtres de 30 h par an pour le même opérateur, pour éviter tout impact sur la santé de celui-ci. Pour ce qui est de la détection du radon dans les eaux épurées, la quantité retrouvée est similaire à un filtre sans apatite (selon le Cemagref et la CRIIRAD) et ne dépasse pas la valeur limite de 100 Bq/L. Le Cemagref préconise l'utilisation de matériaux composés à 90 % d'apatite pour une meilleure rétention et ayant un taux faible d'uranium. Le Maroc est le fournisseur d'apatite sollicité par les constructeurs de FPR et le Cemagref.

Le Cemagref participe au projet MAREVAP (MATériaux pour la REtention et la VALorisation du Phosphore) en partenariat avec des entreprises privées sur 2 stations de ce type :

- Evieu : 200 EH (01) mise en eau en 2007 (4 ans) un seul des filtres étant à apatite et fonctionnant sur la base de 50 EH.
- Monampeuil : 2 000 EH (02) mise en eau en 2008 (3 ans).
- Construction d'une station dans l'Hérault à Puisserguier par la SADE (début construction 2010) : 4 500 EH. Cette station a de forte contrainte au niveau de l'azote global.

### Le filtre garni d'apatite à écoulement vertical saturé en eaux :

Cette technique diffère de la technique classique car l'eau usée est injectée par le fond du filtre et est récupérée filtrée par le haut du filtre. Les graviers de la couche de transition étant remplacés par l'apatite.



**FPRV garni d'apatite**

### Le filtre garni d'apatite à écoulement horizontal :

La biomasse peut interférer dans l'efficacité de l'apatite. Afin de limiter le développement bactérien sur les granulats d'apatite, ceux-ci sont placés en fin de filtre et sur toute la hauteur du filtre (DCO < 150 mg/L).

Le filtre nécessite pour son bon fonctionnement un pH supérieur à 3 et une concentration en calcium de l'ordre de 50 mg/L.

LES AUTRES THÈMES

FILTRES PLANTÉS

# Le filtre planté en pays de montagne



Vue d'ensemble de la station d'épuration d'Aulon dans les Hautes-Pyrénées. En descendant vers le torrent à partir de la route, on trouve d'abord les filtres primaires, au pied du local technique; ensuite les filtres secondaires, en contrebas.

André Paulus, chef de projet GEI, expert FPR

## ABSTRACT Constructed wetlands up in the mountains.

First conclusions drawn from the observation of Constructed Wetlands from 250 to 1200 EH build in the French mountains with temperatures below 0°C for several successive months. Study of the daily functioning of ten plants and performance of two plants: Allèves and Le Reposoir in the French Alps. Recommendations for future projects in similar conditions.

Keywords: Filter, Filter planted, Rosau, Performances, Technology, Fats Cold, Altitude, Gel, Snow.

Premier bilan de l'expérience française d'implantation de filtres plantés en pays à hivers froids, à partir des constats sur une dizaine de stations de 250 à 1200 EH, entre 400 et 1000 m d'altitude, fonctionnant en dessous de 0 °C pendant plusieurs semaines voire plusieurs mois consécutifs, dans les Alpes et les Pyrénées.

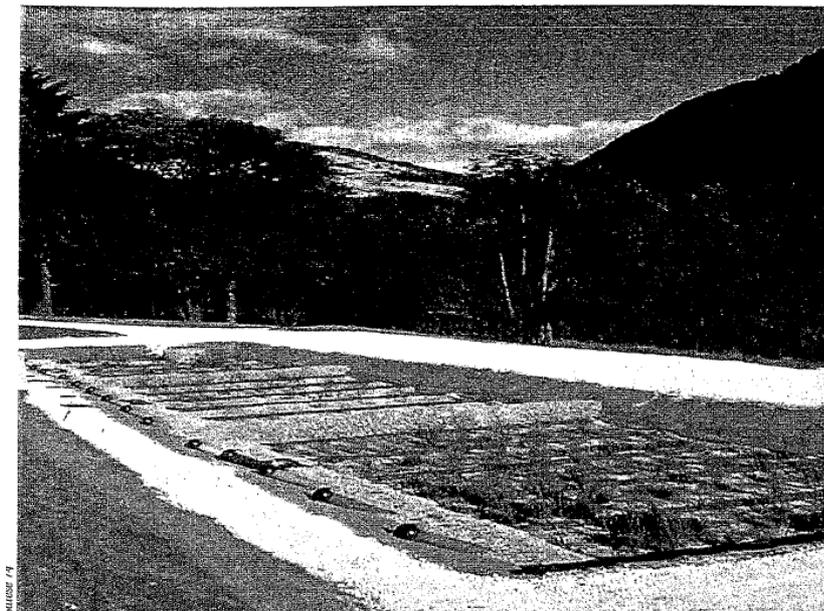
Analyse des fonctionnements de ces dix stations et des performances de deux stations assez bien documentées : Allèves et Le Reposoir en Haute Savoie.

Premières recommandations à l'usage des maîtres d'ouvrage, concepteurs, constructeurs, exploitants. Premières conclusions.

**U**ne commune de montagne n'avait pas d'autre choix jusqu'ici pour l'épuration de ses eaux usées que de se payer une station intensive et le bâtiment désodorisé qu'elle réclame, avec des coûts de réalisation supérieurs à 500 €/

EH, des coûts d'exploitation de 20 à 30 €/EH.an et une complexité technique interdisant une gestion en régie. Cette fatalité de l'intensif n'est plus. Les retours

Mots clés : Filtre, Filtre planté, Roseau, Performances, Technologie, Dégrilleur, Froid, Altitude, Gel, Neige.



Station d'Allèves. Deuxième étage de filtration à la mise en service. Vue d'ensemble.

d'expérience des filtres plantés construits dans les années 1990 et 2000 montrent qu'une station de ce type bien conçue, bien construite, bien exploitée traverse sans problème des hivers rigoureux et assure sa norme de rejet avec des coûts de réalisation et d'exploitation moins élevés. Ils montrent aussi l'importance, dans ces conditions très particulières, du savoir-faire des opérateurs et en particulier du maître d'œuvre. Les erreurs et malfaçons<sup>1</sup> se traduisent en plaine par des dépassements de la norme de rejet, en montagne par des dysfonctionnements graves et des travaux de rénovation coûteux. L'étude qui suit s'inscrit dans ce contexte. Son objet est de présenter brièvement, à partir des premiers constats sur les premières stations d'altitude, les contraintes, les avantages, les inconvénients de la filière classique française<sup>2</sup> sur les sites où le thermomètre reste sous la barre du 0 °C plusieurs mois par an.

### Le territoire FPR

Expérimenté pour la première fois dans les années 1950, développé et appliqué en France depuis la fin des années 1990, le filtre planté de roseaux-FPR s'est imposé rapidement comme la solution préférentielle des communes rurales. Les applications en traitement d'eaux usées collecti-

ves sont passées d'une dizaine en l'an 2000 à une centaine vers 2004 et deux mille probablement en 2010, soit une progression de l'ordre de deux cents stations par an.

Résultat : le parc français de stations FPR est donc passé en dix ans de 10 à 2000 unités ou presque soit, sur la base de 17000 stations publiques, de 0.05 à 12 % du parc. Cette progression va probablement se maintenir dans les années qui viennent en raison des avantages techniques et économiques du procédé mais également au travers d'extensions de son domaine d'application. Sur le plan de la capacité, le plafond de 1000 EH des stations pionnières est dépassé sur plus de cent réalisations, largement dépassé par les stations de Sillé-le-Guillaume - 2300/5500 EH<sup>3</sup>, Nègrepelisse dans le Tarn-et-Garonne - 4000/6000 EH<sup>4</sup>, et bientôt par d'autres. Sur le plan de l'emprise foncière, les filières compactes conduisent le procédé sur des sites exigus

<sup>3</sup> Station de Sillé-le-Guillaume : 2300 EH en pollution et 5500 eh en hydraulique. Maître d'ouvrage commune de Sillé-le-Guillaume. Maître d'œuvre Pöyry. Constructeur SOGEA-SINT-Phytorem.

<sup>4</sup> Station de 4000 eh en tranche 1, mise en service en 2009, extensible à 6000 EH et prévue dès le départ pour cette extension. Maître d'ouvrage CCTVA. Maître d'œuvre GEI. Constructeur Epur Nature.

### La station d'Allèves

Le village d'Allèves, en Haute-Savoie est desservi depuis 1998 par une station FPR qui ne voit pas le soleil et très peu de températures positives en décembre et en janvier. Le site est enneigé et gelé presque sans interruption pendant ces deux mois et le thermomètre descend parfois en dessous de -10 °C la nuit, -5 °C le jour. La station est alimentée par un réseau séparatif récent et une population invariable, vu l'absence d'hébergement touristique. Les charges en entrée, hydrauliques et polluantes, sont donc constantes, ce qui facilite la comparaison des bilans.



#### Données principales

Maîtres d'ouvrage : Communauté de communes du Pays d'Alby  
 Constructeur : SINT 1998  
 Exploitant : Communauté de Communes du Pays d'Alby  
 Suivi technique : SATESE 74  
 Capacité nominale : 250 EH  
 Filière : FPRV1 1,4 m<sup>2</sup>/EH + FPRV2 0,9 m<sup>2</sup>/EH (sur base de 250 EH)  
 Milieu récepteur : le Chéran, affluent du Fier, affluent du Rhône  
 Altitude : 640 m  
 Températures hivernales : deux mois en dessous de 0 °C  
 Données de fonctionnement : 6 bilans SATESE annuels depuis 2001, dont plusieurs en période hivernale chaque année. Échantillons proportionnels au temps.  
 La station est alimentée par un réseau neuf, séparatif.  
 Pas de variation des charges en entrée.

#### Analyse

La station fonctionne correctement, la norme de rejet est respectée pour tous les bilans disponibles.  
 Pas de dysfonctionnement en hiver selon l'ouvrier chargé de la station, sauf une difficulté de percolation de l'effluent sur le filtre secondaire, après une période de repos.  
 Rendements très élevés pour tous les paramètres, tous les ans et en toutes saisons. En moyenne annuelle, les minima sur 8 années d'observation (DBO<sub>5</sub> 93,7%, DCO 88,4%, MES 92,1%) sont très supérieurs aux recommandations de l'arrêté 2007 pour les stations de capacité inférieure à 2000 EH (60 % pour les trois paramètres) et même pour les stations de capacité supérieure à 2000 EH (DBO<sub>5</sub> 70 à 80 %, DCO 75 %, MES 90 %). Le rendement moyen annuel sur NTK est supérieur à 90 % six années sur huit. Les rendements en hiver sont proches et parfois au-dessus des moyennes annuelles, pour des charges en entrée similaires, de l'ordre de 40 % de la capacité nominale (analyse sur 2008 seulement).

<sup>1</sup> Il y a une simplicité apparente qui attire vers le procédé FPR des entreprises et des bureaux d'étude inexpérimentés, qui tombent dans les pièges nombreux du procédé et livrent des stations très chères aux performances très décevantes.

<sup>2</sup> Filière FPR « française » : traitement d'eaux usées domestiques sur deux étages successifs de filtres plantés de roseaux dimensionnés à 1,8 et 0,8 m<sup>2</sup>/EH selon recommandations Cemagref - Agence de l'Eau RMC de 2003 ou 2005. Filière « française » car développée et diffusée principalement en France par des chercheurs français appartenant à un organisme de recherche du ministère français de l'Agriculture.

qui lui étaient interdits encore récemment. Sur le plan des performances épuratoires, les innovations sur le traitement de l'azote et du phosphore lui ouvrent des bassins versants dont les objectifs de qualité l'excluaient jusqu'ici. Sur le plan économique, la réduction des subventions et les tensions sur le prix de l'eau accentuent ses avantages sur ses concurrents, dans sa gamme de capacité bien entendu.

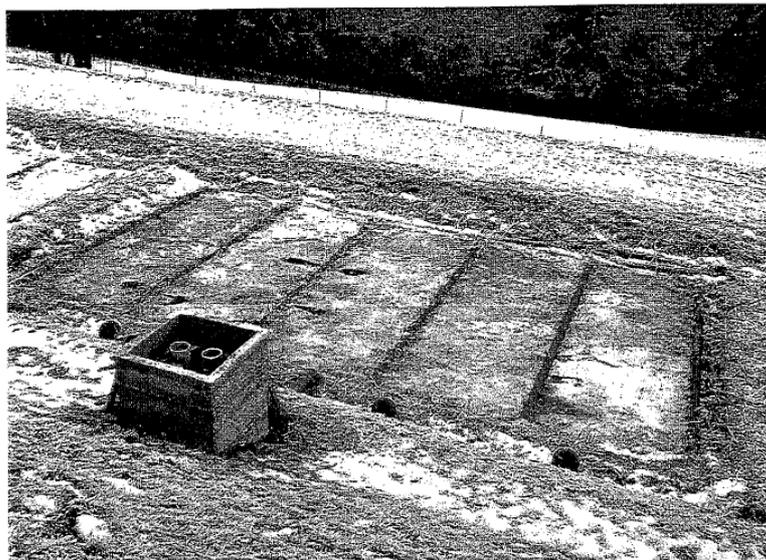
Le FPR s'étend également vers le haut en altitude, vers le bas en température et concurrence les procédés intensifs sur des sites de montagne caractérisés par de longues périodes de gel et de neige. Les retours des quelques stations construites dans ces conditions depuis une dizaine d'années sont encore mitigés, le savoir-faire peu répandu, mais il y a aujourd'hui une poignée d'entreprises et de maîtres d'œuvre spécialisés capables de concevoir et de construire une station performante dans ces conditions extrêmes.

Nous décrivons quelques stations de montagne, leurs fonctionnements, leurs performances (sous le titre Le constat). Nous en tirerons quelques recommandations en matière de conception, de réalisation, d'exploitation (sous le titre Les recommandations). Et nous proposerons une conclusion, nécessairement provisoire vu l'état encore embryonnaire de la connaissance.

## Le constat

### Retours d'expérience

L'étude s'appuie sur une enquête auprès des agents d'exploitation (généralement les ouvriers communaux) et les techniciens d'encadrement (généralement les employés des SATESE) et les bilans 24h réalisés sur quelques stations FPR françai-



Station d'Allèves. Deuxième étage de filtration en période hivernale. On distingue le regard de répartition à l'avant-plan et un casier au repos avec les canalisations de distribution en surface du filtre.

ses soumises à des températures négatives pendant plusieurs mois de suite.

### Fonctionnement

Les exploitants constatent la continuité du fonctionnement des filtres, en premier comme en second étage, quelle que soit la durée du gel et/ou de l'enneigement (au moins trois et parfois quatre mois sans interruption à Aulon, au Reposoir, par exemple).

La neige ne gêne pas le fonctionnement des filtres et contribue au contraire à leur dégel par un effet d'isolement thermique qui complète celui des apports calorifiques des eaux usées (20 °C au départ de l'habitation, 3 à 10 °C à l'arrivée à la station selon la longueur du réseau, l'importance et la nature des eaux parasites, la nature des canalisations...). Elle fond la glace et elle fond les filtres dans le décor à une époque où ils ne sont pas très beaux à voir, avec ou sans faucardage.

Le gel est plus gênant. Il complique les tâches d'exploitation, colle les refus de dégrillage sur la grille, bloque les organes mobiles des appareils électromécaniques, ferme les cheminements dans les massifs filtrants. Sachant qu'un filtre est décomposé en casiers fonctionnant en alternance avec des périodes de repos de 3 à 7 jours selon l'étage et la station, on comprend qu'un casier au repos, privé de l'apport thermique des eaux usées, gèle en masse. Premier inconvénient : l'aération du massif est perturbée. Deuxième inconvénient : à la reprise du fonctionnement, les eaux sont retenues en surface par la pellicule de glace et la fermeture des espaces interstitiels du granulat filtrant jusqu'à la remontée en température sous l'effet des apports, c'est-à-dire pendant plusieurs heures voire plusieurs jours. La durée de la phase de dégel dépend de plusieurs facteurs : température des apports, température de l'air, conception et dimensionnement du filtre...

La température des apports est fonction du réseau de collecte et de la position du filtre dans la filière. Les eaux usées perdent leur chaleur au contact des canalisations froides et souvent gelées, même en profondeur, et au mélange avec les eaux de nappe et de lessivage des chaussées, très proches du 0 °C. L'étanchéité des réseaux prend donc une importance particulière dans ce contexte. Par ailleurs, les filtres du second étage sont défavorisés de ce point de vue, pour deux raisons : parce qu'ils reçoivent des eaux refroidies par le passage sur le premier étage et dans les ouvrages de rele-

**Tableau 1 : Quelques stations de montagne**

(Dans l'ordre chronologique de réalisation)

Commune	Date	Capacité	Altitude	< 0°C	Filière	Bilans
Allèves - 74	1998	250 EH	600 m	2 mois	FPRV1 + FPRV2	12
Aulon - 65	1999	250 EH	1000 m	4 mois	FPRV1 + FPRV2	0
Azet - 65	2006	500 EH	1100 m	4 mois	FPRV1 + FPRV2	0
Couzozeux - 11	2008	100 EH	980 m	4 mois	FPRV1 + FPRV2	0
Le Cairo - 12	2007	100 EH	800 m	4 mois	FPRV1 + FPRV2	0
Le Reposoir - 74	2003	1200 EH	1000 m	4 mois	FPRV1 + FPRV2	6
Queige - 73	1999	500 EH	800 m	4 mois	FPRV1 + infiltration	2

Date : année de mise en service. Capacité : capacité nominale. Altitude : niveau NGF moyen de la station (et non de l'agglomération desservie). < 0°C : nombre de mois où la température moyenne mensuelle est inférieure à 0 °C. FPRV1 : filtre planté de roseaux à écoulement vertical, 1<sup>er</sup> premier étage. FPRV2 : filtre planté de roseaux à écoulement vertical, 2<sup>e</sup> deuxième étage. Bilans : nombre de bilans 24 h exploitables, en période hivernale



Station d'Allèves. Deuxième étage de filtration sous la neige. Les roseaux sont faucardés à 40 cm. Les eaux usées élèvent la température et fondent la neige autour de la canalisation de distribution.

vage et parce que les temps de repos sont plus importants dans l'alternance repos-service (couramment 6 jours de repos contre 3 jours au premier étage).

La température de l'air est indépendante des volontés du concepteur et de l'exploitant. Par contre, un maître d'ouvrage avisé donnera sa préférence à un site exposé au sud, pas trop encaissé, protégé des courants d'air froid. Ce n'est pas toujours possible, mais du moins faut-il savoir qu'un fond de vallée, qui ne voit pas le soleil du 15 novembre au 15 mars, balayé en outre par l'air glacial qui coule dans la trouée d'un torrent, sera plus contraignant qu'un plateau bien dégagé, exposé au sud, avec des remontées de température dans la journée. L'exposition du site a donc son importance, au moins autant que l'altitude ; un site bien exposé à 1000 m d'altitude peut être moins froid qu'un site mal exposé à 600 ou 700 mètres.

La conception des filtres et plus généralement de la station palliera dans une certaine mesure les contraintes incontournables. Les eaux parasites seront dérivées et/ou prises en compte au niveau des surfaces des filtres, des volumes de bâchée, du régime des alternances repos-service... L'implantation des ouvrages sur le terrain favorisera l'ensoleillement des équipements les plus sensibles, en particulier du filtre secondaire, et évitera les zones d'ombre, de courants d'air...

Les dispositifs d'alimentation des filtres seront pensés et dimensionnés pour le gel : les points bas seront exclus pour éviter les

ruptures par le gel des eaux stagnantes, chaque casier de filtration sera muni d'un exutoire pour l'évacuation des apports en cas de gel.

### Performances

Nous basons notre analyse sur les bilans 24 heures en période hivernale, très contrastés, de deux stations de Haute Savoie : Allèves et Le Reposoir, situées à des altitudes différentes mais dans des conditions de température assez semblables.

Au Reposoir, la norme de rejet est souvent dépassée même pour des charges en entrée inférieures à la capacité nominale et la norme habituelle ( $DBO_5 < 25 \text{ mg/l}$ ;  $DCO < 125 \text{ mg/l}$ ;  $MES < 35 \text{ mg/l}$ ) dépassée pour la moitié des bilans en dessous de la capacité nominale. Causes possibles : erreurs de conception, malfaçons sur les massifs filtrants, importance des eaux parasites. Les rendements sont médiocres également, avec des valeurs inférieures à 80 % sur la pollution carbonée, inférieures à 40 % sur NTK.

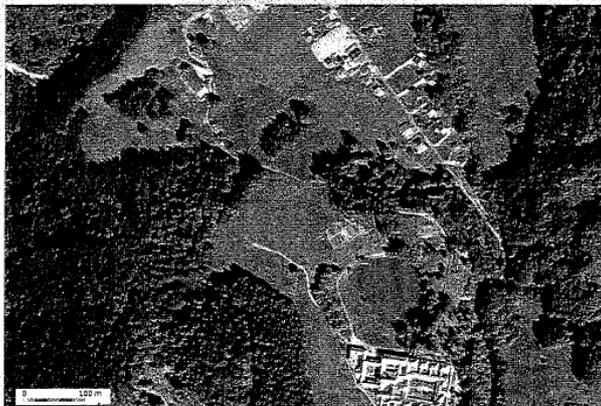
À Allèves par contre, la norme de rejet ( $DBO_5 < 25 \text{ mg/l}$ ;  $DCO < 125 \text{ mg/l}$ ;  $MES < 30 \text{ mg/l}$ ;  $NTK < 10 \text{ mg/l}$ ) est toujours

### La station du Reposoir

Le Reposoir est une petite commune de Haute Savoie, de 800 habitants permanents et deux cents résidents supplémentaires en saison, notamment aux vacances d'hiver. La station d'épuration, située à 1000 m d'altitude, est dans l'ombre de mi-décembre à mi-mars, au gel et sous la neige pendant ces trois mois.

#### Données principales

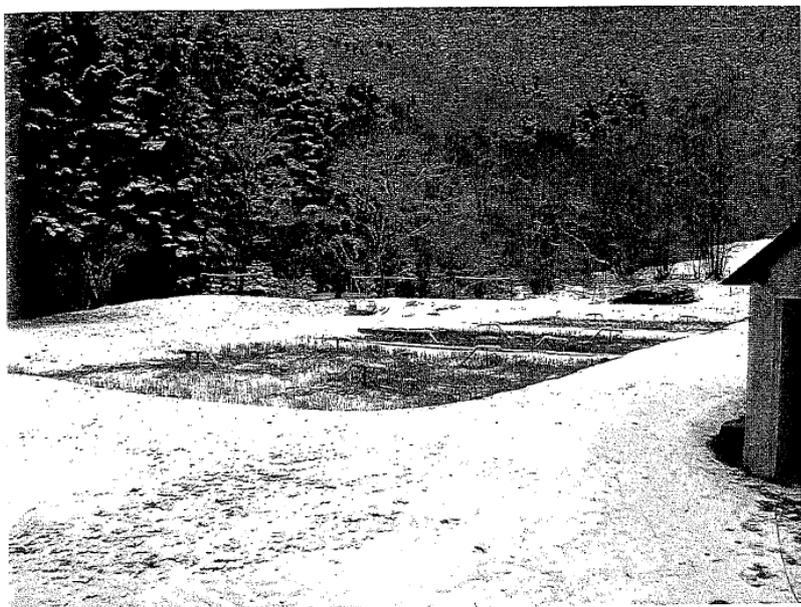
Maître d'ouvrage : commune du Reposoir  
 Constructeur : M.S.E. 2004  
 Exploitant : commune du Reposoir  
 Suivi technique : SATESE 74  
 Capacité nominale : 1200 EH  
 Capacité réelle, sur base des surfaces de filtration :  $2250 \text{ m}^2 / 2 \text{ m}^2 / \text{EH} = 1125 \text{ EH}$   
 Filière : FPRV1:  $1,1 \text{ m}^3 / \text{EH} \cdot \text{h}$ ; FPRV2:  $0,7 \text{ m}^3 / \text{EH}$  (sur base de 1200 EH)  
 Altitude : 1000 m  
 Températures hivernales : autour de  $0^\circ \text{C}$  le jour, jusqu'à  $-15^\circ \text{C}$  la nuit  
 Milieu récepteur : le Foron, affluent de l'Arve  
 Infiltration dans le sol, par le fond du filtre secondaire, de la plus grande partie des effluents traités  
 Données de fonctionnement : deux bilans SATESE par an depuis la création de la station en 2004, un en hiver et un en été. Échantillons proportionnels au temps.  
 Réseau séparatif mais avec des eaux parasites très



importantes, qui perturbent le fonctionnement de la station et réduisent la température des eaux brutes, surtout l'hiver hors saison touristique quand le peu d'eaux usées est dilué dans un volume important d'eaux parasites beaucoup plus froides. Vu les difficultés de site, la MISE a autorisé une norme de rejet moins contraignante en hivers, du 1<sup>er</sup> novembre au 15 mars.

#### Analyse des bilans hivernaux (en février et mars)

Teneurs en sortie : plusieurs dépassements de la norme de rejet, pourtant moins contraignante en hiver ( $DBO_5 > 70 \text{ mg/l}$ ;  $DCO > 200 \text{ mg/l}$ ;  $NH_4 > 40 \text{ mg/l}$ )  
 Rendements : rendements similaires d'une année à l'autre, inférieurs de 10% à 20% aux rendements en plaine sur une filière identique, inférieurs parfois aux recommandations de l'arrêté de 2007 pour les stations < 2000 EH ( $DBO_5$  60%,  $DCO$  60%,  $MES$  60%).



Station d'épuration d'Aulon dans les Hautes Pyrénées. Vue du premier étage. Au premier plan, le local technique.

vérifiée et les rendements sur ces paramètres sont rarement inférieurs à 90 %, en hiver comme en été, avec il est vrai des charges en entrée de l'ordre de 40 % des charges nominales sur presque tous les bilans. L'augmentation des charges en entrée réduira certainement les rendements et augmentera les teneurs en sortie mais sans dépassement de la norme de rejet. Les performances NGL et Pt resteront faibles car les processus épuratoires sur ces deux paramètres sont inhibés à basse température.

La station d'Allèves est instructive à plusieurs égards : rigueur des conditions hivernales (neige et gel continu pendant deux mois au moins), régularité des charges en entrée (faibles variations depuis la mise en service en 2004, faibles variations saisonnières), constance du débit (peu d'eaux parasites), qualité du suivi (6 bilans par an sur 7 ans) et de l'exploitation.

#### Performance/fonctionnement

La question des performances est à la fois méconnue encore et secondaire par rapport à celle du fonctionnement. Méconnue parce qu'il y a peu de stations de filière « française » soumises à des périodes de gel continu de plusieurs mois et même plusieurs semaines (moins de cent à notre connaissance), très peu parmi ces stations qui fassent l'objet de bilans 24h représentatifs en période hivernale (moins de dix). Aucun bilan hivernal à charge nominale. Aucun bilan hivernal mentionnant les conditions de température dans les

jours et les semaines précédant les mesures. Aucune station disposant de bilans en hiver et en été aux mêmes niveaux de charges hydrauliques et polluantes.

Secondaire parce que les quelques pourcents perdus sur les rendements de dépollution seront toujours moins pénalisants pour le milieu récepteur que les déversements prolongés d'eaux brutes résultant du gel d'un filtre ou d'une canalisation d'amenée.

#### Coûts

Les coûts de réalisation sont souvent plus élevés en montagne en raison des difficultés d'accès, de l'importance des terrassements en topographies accidentées, des

interruptions de chantier pour intempéries, de l'éloignement des carrières et des sites de fabrication des équipements. Ils restent cependant dans la fourchette habituelle des stations FPR de filière similaire, avec une moyenne de 500 €/EH pour une station en deux étages sur un site sans grande difficulté.

Les coûts d'exploitation sont également similaires à ceux des stations de plaine, de l'ordre de 10 €/EH.an autour de 1000 EH, 20 €/EH.an autour de 100 EH.

Par comparaison avec les procédés intensifs (boues activées, disques biologiques, techniques membranaires...), conditionnés dans un bâtiment fermé et désodorisé, la solution FPR annonce des coûts de réalisation et d'exploitation nettement plus faibles.

#### Emprise

L'importance des superficies occupées, principal handicap de la solution FPR, est accentuée sur les sites pentus ou à relief tourmenté des pays de montagne, particulièrement en cas de pénurie de terrains, tous usages confondus, ou de coûts fonciers élevés. Les filières compactes, notamment celles qui superposent les étages au lieu de les juxtaposer, ouvrent des perspectives intéressantes mais il faut attendre, pour les appliquer dans les conditions pénalisantes des basses températures, les retours des premières réalisations en plaine, dans des conditions climatiques plus favorables.



Station d'épuration d'Aulon dans les Hautes Pyrénées. Casier en service du premier étage.

## Le paramètre climatique

Quel paramètre faut-il prendre en compte pour caractériser la sensibilité au froid d'une station d'épuration à ciel ouvert ? L'altitude ? Le minimum absolu de température ? La durée maximum de gel ininterrompu ? La durée d'enneigement ?

### L'altitude

Si vous interrogez Jacques Kessler (ou du moins son livre sur le climat de la France par localités - Kessler Jacques & Chambraud André, Météo de la France, JC Lattès, 1990), sur les stations Météo-France des Alpes et des Pyrénées, il vous pointerà à 640 m NGF (à Lescheraines-73) un climat plus froid à tous points de vue que ceux de nombreuses localités au-dessus de 1000 m NGF (La Cluzas-73, Peizet-Nancroix-74, Barèges-65, Saillagouse-66...) et un climat similaire à 1600 m NGF (Mont-Louis-66). L'altitude n'est donc pas un facteur déterminant et on comprend en effet que d'autres paramètres soient au moins aussi importants : en particulier l'orientation du site, sa position par rapport aux reliefs environnants, son ensoleillement, son exposition aux vents et aux courants d'air froids...

### La température

Le Kessler vous donnera encore, mois par mois, les moyennes sur la durée d'observation (parfois plusieurs dizaines d'années) des températures les plus basses enregistrées dans la journée (Tm moy dans le tableau

ci-dessous), dont vous déduirez les températures journalières les plus basses à cette station (Tm mini dans le tableau ci-dessous) et le nombre de mois dans l'année où ce minimum ne dépasse pas 0 °C.

Autant de paramètres significatifs par rapport aux processus épurationnaires.

### Le gel

Il faudrait plus d'observations que nous n'en n'avons aujourd'hui pour discerner l'effet de chaque paramètre climatique sur le fonctionnement et les performances des stations FPR d'altitude. L'intensité et la durée de gel ont un effet déterminant dans la mesure où ils conditionnent un facteur limitant essentiel : l'épaisseur de la couche de glace qui se forme en surface du filtre en phase de repos, surtout sur le deuxième étage.

### Le gel continu

Dans l'attente d'études plus complètes, la durée en mois des températures minimales négatives présente le double avantage de pouvoir être calculée facilement (à partir des relevés d'une station Météo-France représentative ou d'un thermomètre enregistreur installé sur le site) et de caractériser globalement l'incidence du climat sur la station. Le tableau ci-contre révèle, en particulier, une forte corrélation entre ce paramètre (colonne : < 0 °C) et les paramètres Tm moy et Tm mini.

**Tableau 2. Altitudes et températures minimales de quelques postes Météo-France**

Station	Altitude	Tm moy	Tm mini	< 0°C
Lescheraines-73	640	-1,6	-6,0	5
Arreau-65	722	3,0	-3,0	3
Pilais-66	750	6,0	0,0	0
Bourg-St-Maurice-74	865	3,5	-2,0	3
Cabrerets-65	922	4,5	-1,0	2
Combloux-73	940	2,7	-5,0	5
Abondance-73	1000	1,1	-6,0	5
Arèches-73	1030	2,5	-5,0	4
Chapareuil-74	1037	1,0	-3,0	3
Avrieux-74	1102	2,7	-5,0	5
Mégeac-73	1113	0,7	-7,0	5
La Cluzas-73	1150	2,1	-5,0	5
Peizet-Nancroix-74	1350	2,4	-3,0	4
Barèges-65	1250	2,5	-3,0	4
Saillagouse-66	1305	2,5	-3,0	4
Pralognan-73	1420	0,3	-7,0	6
Matemale-66	1520	0,5	-6,0	6
Mont-Louis-66	1600	1,8	-2,0	5
Pic du Midi-65	2865	-4,2	-11,0	8

Station : commune et département de la station Météo-France.  
 Altitude : en m NGF selon indication Météo-France.  
 Tm moy : moyenne annuelle des températures relevées au moment le plus froid de la journée.  
 Tm mini : minimum des minimums journaliers mensuels.  
 < 0 °C : nombre de mois par an à Tm moy < 0 °C.  
 Statistiques tirées de *Statistiques Météo-France* et *Statistiques Climatologiques de la France*.

Compter une emprise globale de 5 m<sup>2</sup>/EH pour une filière classique en deux étages juxtaposés, davantage sur les reliefs accentués pour tenir compte des emprises de talus et d'accès, davantage aussi pour les petites capacités (jusqu'à 10 m<sup>2</sup>/EH).

### Intégration dans le site

Une station FPR prendra plus de place mais marquera moins durement le paysage qu'une station intensive de même capacité et le bâtiment important qui l'abrite. Globalement, son impact visuel sera moins fort,

été comme hiver. Le manteau de neige qui couvre les filtres en hiver gomme encore la station au point de la fondre complètement dans le décor, sauf la clôture et le local technique mais la clôture peut être discrète et le local inspiré de l'architecture traditionnelle.

À partir de là, c'est une question de goûts et de couleurs. Il y a des maires ou des présidents de syndicat d'assainissement qui choisiront la discrétion et le fondu dans la nature, d'autres qui voudront marquer leur passage sur cette terre, y compris dans le décor de leur vallée. Les premiers iront vers les procédés extensifs et choisiront un maître d'œuvre sensible au paysage ; les seconds iront vers l'intensif et prendront un architecte doué pour le spectacle.

### Bilan carbone

Le procédé FPR exprime en montagne les avantages de développement durable révélés sur les stations de plaine.

Sur le plan des consommations énergétiques, schématiquement, une station FPR consomme pas du tout ou très peu d'électricité pendant très peu de temps (principalement pour le fonctionnement des postes



Station d'épuration d'Aulon dans les Hautes Pyrénées Casier au repos du premier étage.



*Station du Reposoir. Un casier du filtre primaire en période de repos. La couverture de neige réduit le risque de gel.*

de relevage éventuels pendant les quelques minutes de chaque bâchée) ; une station intensive consomme beaucoup d'électricité tout le temps et davantage encore dans les climats froids parce qu'elle est installée dans un bâtiment, que ce bâtiment doit être désodorisé et que tout cela consomme de l'énergie.

La question des boues accentue la différence : les boues d'une station FPR sont évacuées tous les quinze ans environ à 25 % de siccité ; les boues d'une station boues activées, sauf déshydratation très gourmande en énergie, sont extraites en continu, stockées à la station, évacuées plusieurs fois par an dans le cadre d'un plan d'épandage qu'il faut gérer et maintenir dans un contexte de déprise agricole et de réticences des agriculteurs, surtout dans les conditions très spécifiques de l'agriculture de montagne : petites parcelles, fortes pentes, accès difficiles...

## Les recommandations

### Choix du site

Le paramètre limitant dans cette problématique, ce n'est pas l'altitude en soi, c'est la température et plus précisément le couple valeur-durée des températures négatives. D'où l'importance non seulement de l'altitude mais aussi de l'exposition, de l'ensoleillement, de la prise aux vents. Question délicate et souvent épineuse, surtout dans des vallées d'élevage aux parcelles morcelées, déstructurées dans la seconde moitié du vingtième siècle par les aménagements

tertiaires, les hébergements touristiques et les résidences secondaires. Pourtant, le terrain plus étendu d'une station FPR coûtera toujours moins cher que les ouvrages complexes d'une station intensive. Sans compter les économies d'exploitation.

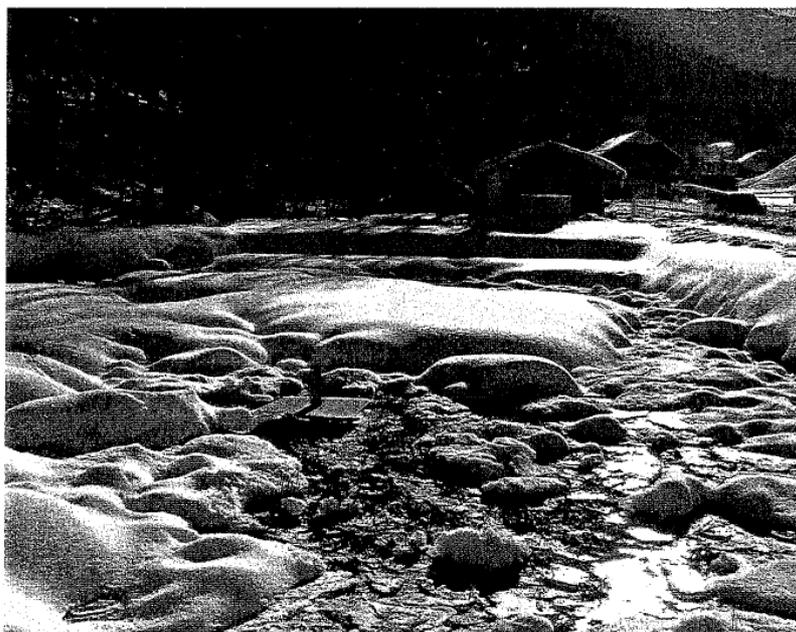
L'acquisition portera sur les terrains correspondant à une première tranche de travaux couvrant les besoins à moyen terme (vingt ans par exemple) et au moins une deuxième tranche couvrant les besoins à long terme (cinquante ans par exemple). Les superficies de l'extension pourront

être affectées à d'autres usages et même louées avant utilisation.

### Conception

Une station FPR soumise à un gel occasionnel, de quelques heures ou de quelques jours, continuera de fonctionner normalement, avec une baisse de rendement faible et sans grande conséquence. Si le thermomètre reste en dessous de 0 °C pendant plusieurs semaines et a fortiori pendant plusieurs mois consécutifs, avec des passages de plusieurs jours en dessous de -10 °C, c'est une autre histoire. Le gel va compliquer voire empêcher les tâches d'exploitation, sauf si ses effets sont prévus par le maître d'œuvre et pris en compte dans la conception d'ensemble de la station, dans la conception de chaque ouvrage, dans le choix des équipements, dans les spécifications du matériel.

L'analyse du fonctionnement et des performances des stations existantes montre qu'une station de montagne doit être conçue, pensée, dimensionnée pour les conditions de température qu'elle va connaître, sans incidence importante sur les coûts, d'ailleurs. Une station conçue selon les règles habituelles fonctionnera mal en altitude. Elle donnera du fil à retordre à l'exploitant et des performances médiocres.



*Station du Reposoir. Vue d'ensemble du filtre primaire en période hivernale. La chaleur des eaux brutes détruit le manteau de neige autour des points de distribution et favorise la formation de glace en surface du filtre.*

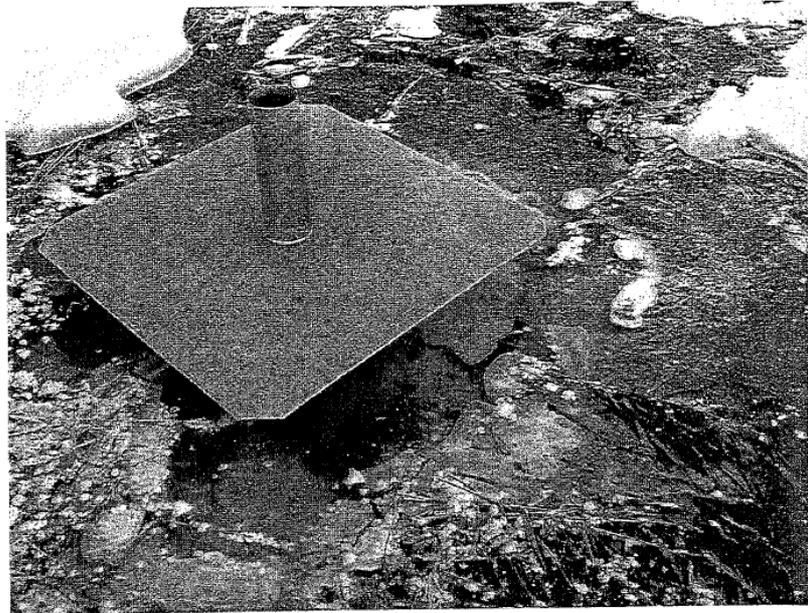
Ici encore, les surcoûts résultant du choix d'équipements plus robustes ou des surdimensionnements (+ 10 à 20 %) seront très inférieurs à l'économie en réalisation et en exploitation par rapport à un procédé intensif (-100 à 200 %).

#### Réalisation

Le dossier d'exécution et la réalisation d'une station de montagne exigent à la fois un soin et un savoir-faire hors du commun, que toutes les entreprises n'ont pas, autant le voir en face. Le choix du constructeur et son encadrement revêtent ici une importance spéciale, illustrée hélas par les dysfonctionnements de stations mal construites. Une malfaçon ou une erreur de dimensionnement auront des conséquences beaucoup plus lourdes en fonctionnement au gel que dans des conditions ordinaires.

#### Exploitation

De même, l'entretien d'une station FPR exige, en situation de gel prolongé, des précautions et des manipulations supplé-



Station du Reposoir. Prise en gel du filtre primaire en période de repos. Le gel est accentué par la disparition du manteau de neige, fondu par les eaux brutes en période d'alimentation du casier.

mentaires. Selon les conditions, on pourra reporter le faucardage au printemps pour bénéficier de la protection thermique des parties aériennes des roseaux et de la neige qu'ils fixent sur les filtres.

On veillera à préparer la station pour l'hiver, avant les premiers gels : graissage

des mécanismes, calfeutrement des équipements électriques, couverture des caillbotis, purge et protection du réseau AEP, purge des canalisations comportant des points bas, protection des accès et des circulations...

Les temps entre visites seront raccourcis de manière à détecter rapidement une anomalie éventuelle (deux visites par semaine par temps très froid).

Les tâches sont plus nombreuses, le temps passé sur la station un peu plus important, les conditions de travail plus pénibles que l'été. Pas plus pénibles cependant que les travaux de déneigement ou d'entretien courant en pays de montagne.

#### Conclusion

##### Avantages, inconvénients

Une station FPR conçue en conséquence fonctionne correctement au gel. Elle présente sur ses concurrents intensifs, en situation de grands froids hivernaux, quelques inconvénients :

- emprise foncière plus importante ;
- sujétions d'exploitation ;

##### ... et de nombreux avantages

- coûts de réalisation moins élevés ;
- coûts de fonctionnement moins élevés ;
- intégration dans le paysage ;
- bilan carbone plus favorable ;
- gestion des boues plus facile et plus économique ;
- bonnes performances sur la pollution carbonée et sur NTK.

##### Limitations

Son application reste limitée pour l'instant, dans ce contexte, aux capacités inférieures à 2000 EH et aux normes de rejet courantes, sans condition sévère sur l'azote, le phosphore ou les germes pathogènes. Elle demande un savoir-faire particulier, en conception et en réalisation, sous peine de déboires importants et difficilement réversibles.

##### Remerciements

Merci aux SATESE 73 et 74 pour leurs informations, leur compétence, leur disponibilité, au Cemagref pour ses conseils techniques. ■

Présent au salon  
Eau  
Hall 9 - Stand C 136



**HOBAS®** Make things happen.

### HOBAS® Systèmes PRV

Des Systèmes pour l'Ecosystème

Tubes et raccords DN 150 à 3 000  
PN 1 à 16, SN 5 000 à 1 000 000

Assainissement  
Microtunnel  
Réhabilitation

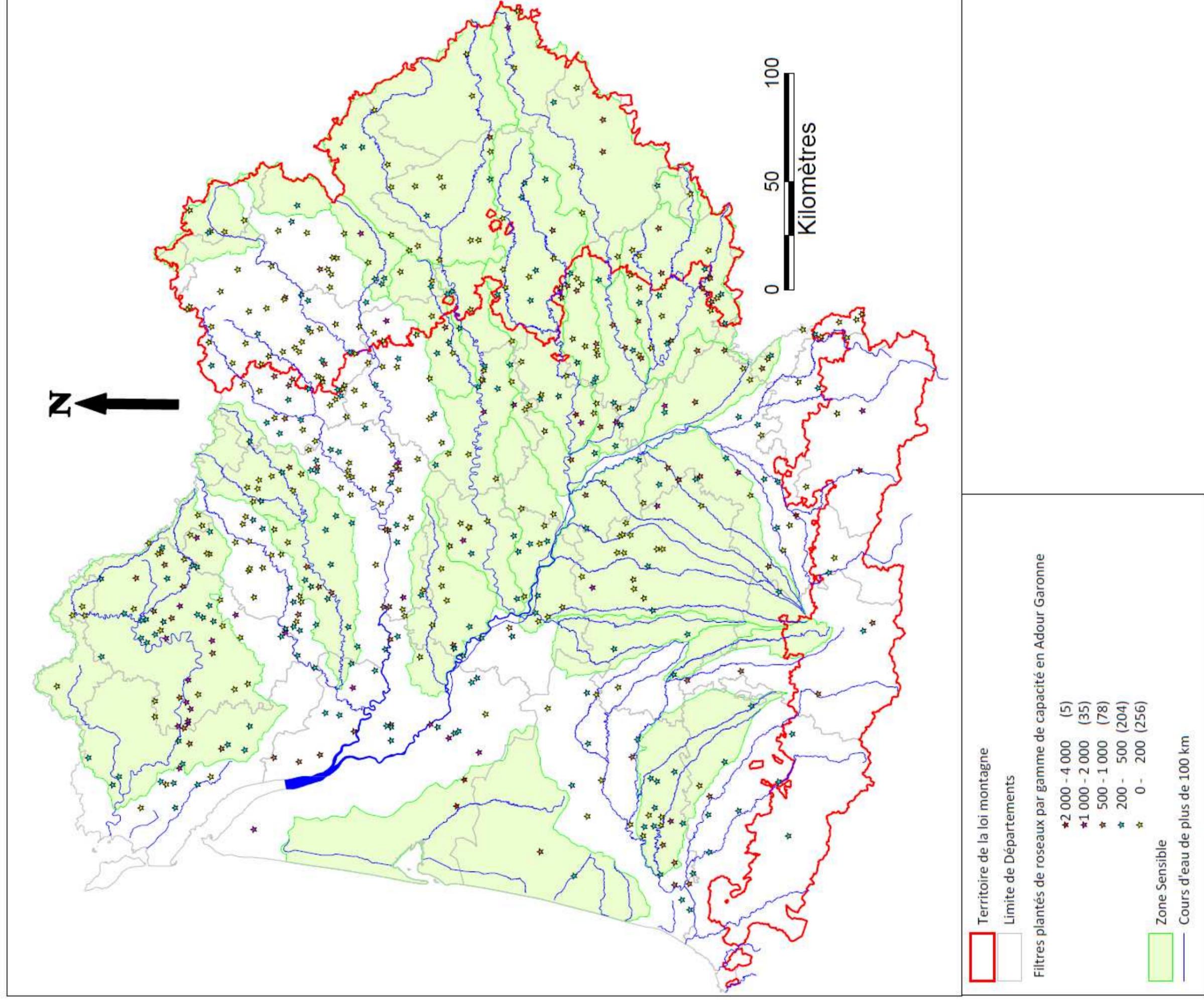
#### HOBAS® France S.A.S

BP 60 216 - Osny | F-95523 Cergy Pontoise Cedex  
Tél. +33(0)1 34 35 66 10 | Fax +33(0)1 34 35 08 58  
hobas.france@hobas.com | www.hobas.com

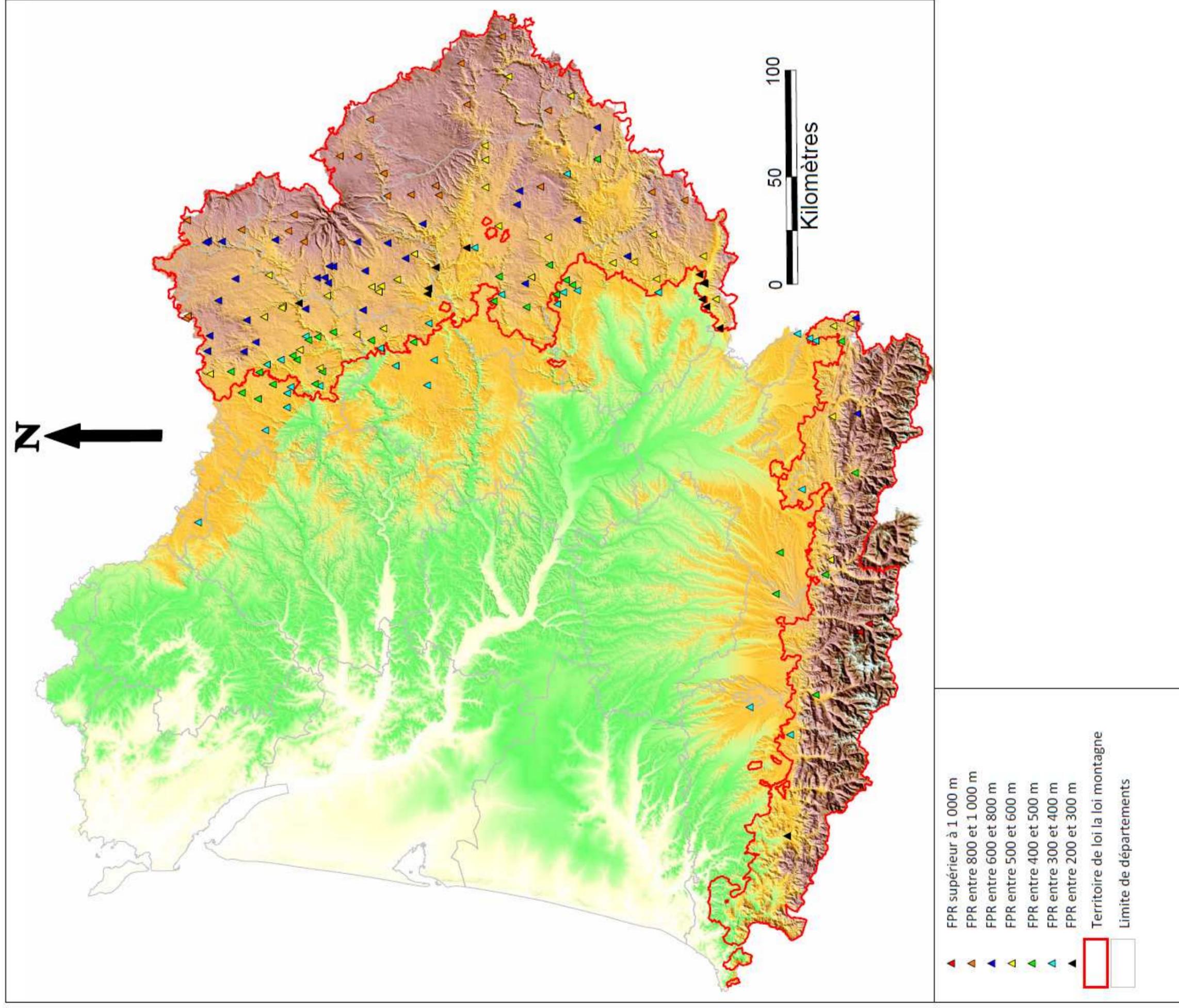
## ***Annexe 10 : Cartes du bassin Adour Garonne***

- (i) Répartition des FPR en fonction de leur capacité en Adour-Garonne**
- (ii) Répartition des FFPR en fonction de l'altitude (en m) et avec des chutes de neige supérieures à 20 mm par an sur le bassin Adour-Garonne**
- (iii) Nombre de millimètres de neige tombé en moyenne par an sur les filtres**
- (iv) Répartition des filtres plantés de roseaux recevant un minimum de 20 mm de neige par an pour une altitude minimum de 200 m en fonction de leur capacité et des zones sensibles du bassin Adour-Garonne**
- (v) Filtres plantés de roseaux recevant au moins 100 mm de neige par an sur le bassin Adour-Garonne et leur situation par rapport aux zones sensibles**

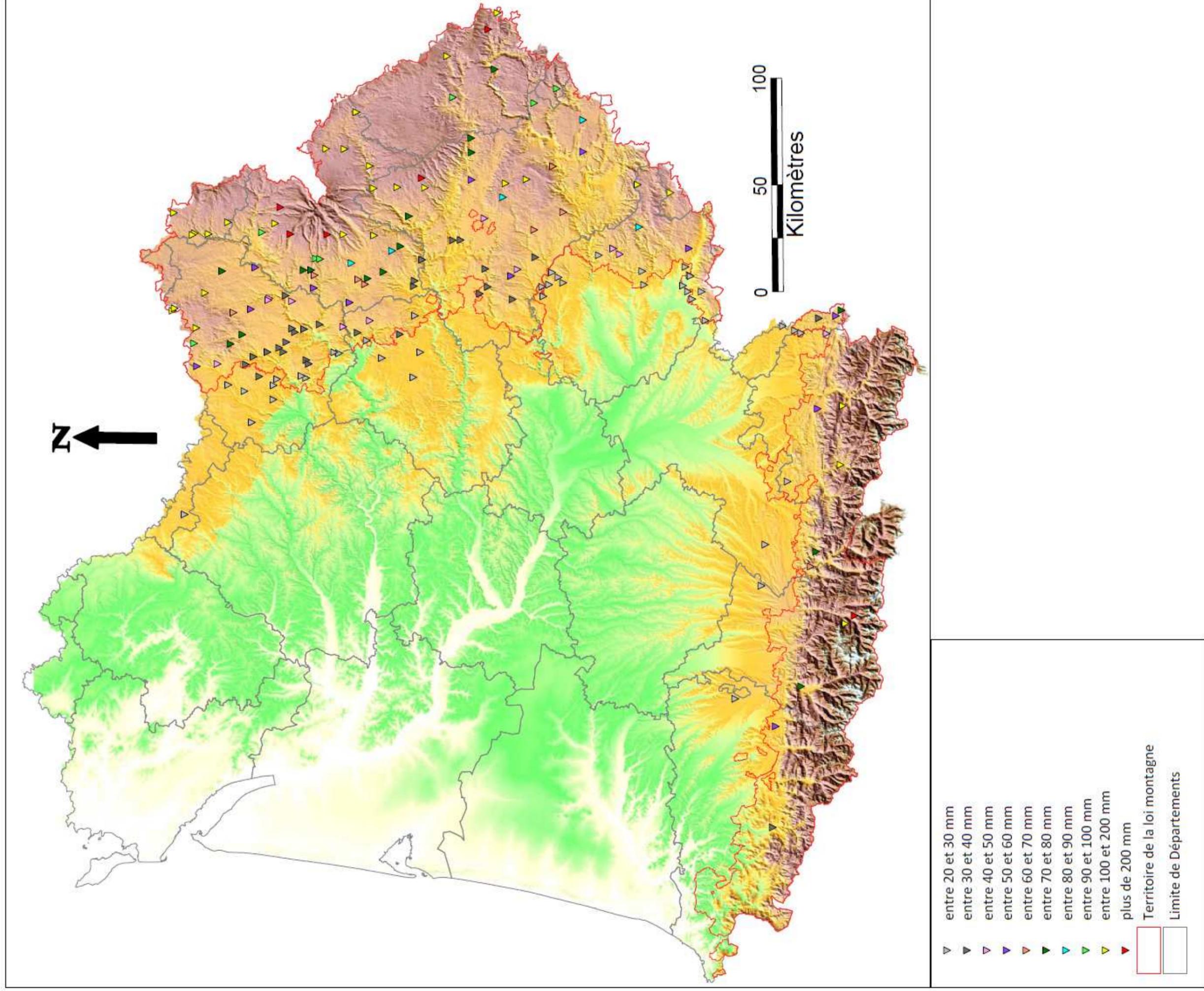
# Répartition des FPR en fonction de leur capacité en Adour Garonne



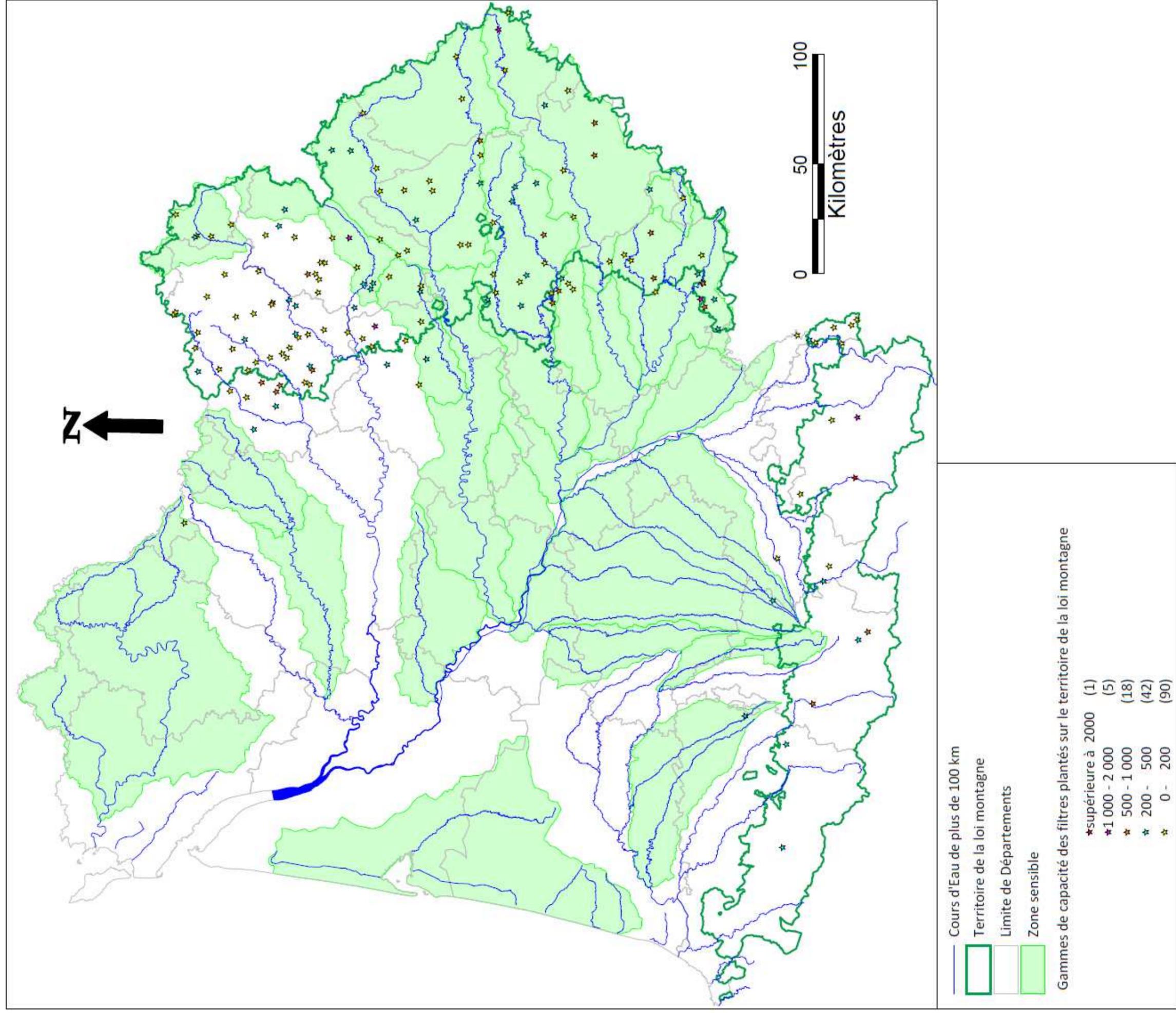
**Répartition des FPR en fonction de l'altitude (en m)**  
**et avec des chutes de neige supérieures à 20 mm par an**  
**sur le bassin Adour-Garonne**



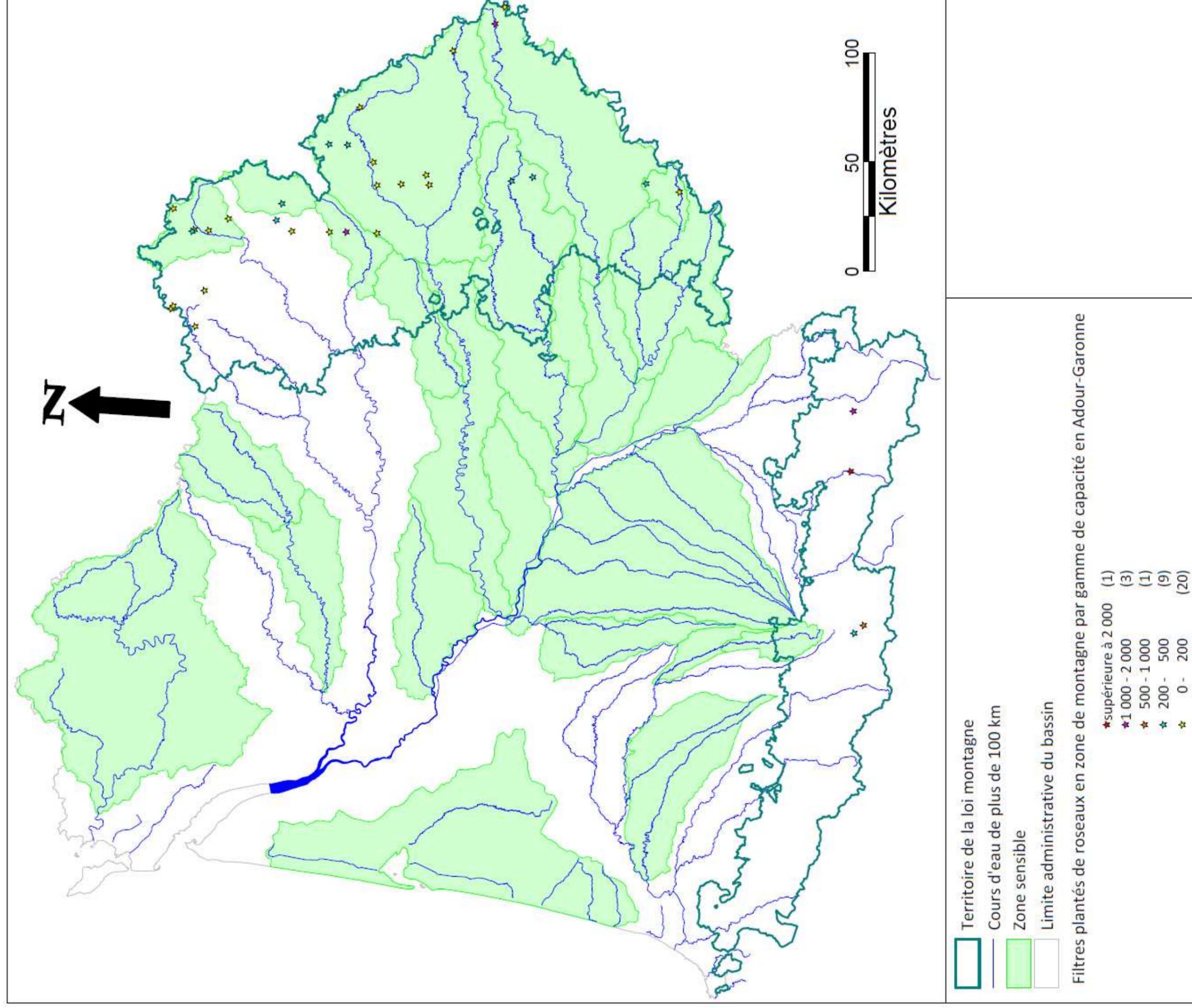
# Nombre de millimètres de neige tombé en moyenne par an sur les filtres



**Répartition des filtres plantés de roseaux**  
**recevant un minimum de 20 mm de neige par an**  
**pour une altitude minimum de 200 m en fonction de leur capacité**  
**et des zones sensibles du bassin Adour-Garonne**



**Filtres plantés de roseaux recevant au moins 100 mm de neige par an**  
**sur le bassin Adour-Garonne**  
**et leur situation par rapport aux zones sensibles**



## Annexe 11 : Bilan d'autosurveillance

Station de Saurat :

Lors de la visite (juin 2011) un bilan 24h était en route jusqu'au milieu de l'après midi. Il bruinaît.

09/02/2010	Charge hydraulique	Charge organique	Volume	MES	DBO <sub>5</sub>	DCO	NTK	Pt	NGL
Entrée	35,68	23,69	66	297	240	608	41	7	42
Sortie				4	5	35	4	4	27
Rendement				98,7%	97,9%	94,2%	90,2%	42,8	35,7%
01/09/2010									
Entrée	34,59	24,89	64	345	260	731	-	-	-
Sortie				27	7	43	-	-	-
Rendement				92,1%	97,3%	94,1%			

Station d'Oust :

Bilans des mois d'hiver 2010 de la Station de Oust.

		règlementation	unité	28-janv	18-févr	23-mars	21-oct	17-nov	16-déc
Débit	Entrée	<i>m<sup>3</sup>/j</i>		30	42	30	23	84	22
	Sortie	<i>m<sup>3</sup>/</i>		34	48	30	8	318	27
	Écarts	%		12%	13%	0%	65%	74%	19%
	EH hydraulique	0,15	<i>m<sup>3</sup>/hab/j</i>	200	280	200	153	560	147
DCO en mg/l.	[DCO] entrée	<i>mg/L</i>		625	552	599	903	277	790
	[DCO] sortie	125	<i>mg/L</i>	30	30	30	30	30	30
	rendement	75	%	95,20	94,57	94,99	96,68	89,17	96,20
	EH "DCO"	120	<i>g/hab/j</i>	156	193	150	173	194	145
DBO <sub>5</sub>	[DBO <sub>5</sub> ] entrée	<i>mg/L</i>		290	210	230	360	93	400
	[DBO <sub>5</sub> ] sortie	25	<i>mg/L</i>	3	3	3	5	3	3
	rendement	70	%	98,83	98,37	98,70	99,52	87,79	99,08
	EH "DBO <sub>5</sub> "	60	<i>g/hab/j</i>	145	147	115	138	130	147
MES	[MES] entrée	<i>mg/L</i>		319	378	266	449	781	540
	[MES] sortie	35	<i>mg/L</i>	2	2	2	10	2	16
	rendement	90	%	99,37	99,47	99,25	97,77	99,74	97,04
	EH "MES"	90	<i>g/hab/j</i>	106	176	89	115	729	132
NGI	[N] entrée	<i>mg/L</i>		68,19	63,69	74,46	109,6	32,04	86,77
	[N] sortie			35	42	54	259	80	227
	rendement			41,95	24,01	27,44	17,83	-840,52	-220,97

La station d'Oust est dimensionnée pour 3000 EH car elle subit de fortes variations de charges saisonnières (tourisme estival dans le village de Seix). L'hiver elle devrait traiter 1 300 EH. La station est actuellement en sous charge car tous les branchements n'ont pas encore été effectués. La dernière tranche des travaux de raccordement est en cours. Le tableau souligne que les sondes débitmétriques sont mal étalonnées.