

# APPLICATION DES GÉOSYNTHÉTIQUES DANS L'ÉTANCHÉITÉ DES FILTRES PLANTÉS DE ROSEAUX

## APPLICATION OF GEOSYNTHETICS FOR SURFACE SEALING OF REED BED FILTERS

Denis SAVOYE<sup>1</sup>, Vincent LÉBOEUF<sup>2</sup>, Jean Marie CAILLAUD<sup>3</sup>

<sup>1</sup> DDAF Ardèche, Privas, France

<sup>2</sup> Epur Nature, Gargas, France

<sup>3</sup> Sodaf Geo, Belleville sur Vie, France

**RÉSUMÉ** – Les filtres plantés de roseaux (FPR) prennent une place de plus en plus importante dans les procédés d'épuration des eaux usées adaptés aux petites agglomérations. La filière traditionnelle comprend 2 étages de filtres à percolation verticale. La réalisation d'une étanchéité des filtres sur chacun des étages trouve sa justification dans la recherche de la fiabilité du fonctionnement, dans les modalités de production et de stockage des boues ainsi que dans l'évaluation de l'incidence du rejet sur le milieu récepteur. Les géosynthétiques et notamment l'EPDM, constituent une alternative intéressante à l'étanchéité naturelle. La réalisation du dispositif d'étanchéité par géomembrane (DEG) pose cependant certaines difficultés. Une évaluation des installations existantes pourrait à l'avenir fournir un retour d'expérience intéressant sur ce domaine d'emploi spécifique.

**Mots clés** : filtres plantés de roseaux, étanchéité, alternative, difficultés, évaluation

**ABSTRACT** – Reed Bed Filters (RBF) are increasingly gaining importance in wastewater treatment procedures adapted to small agglomerations. The conventional system includes 2 levels of vertical seepage filters. The surface sealing of filters at each level is justified in terms of increasing functional reliability, improving sludge production and storing procedures and assessing the impact of waste on the receiving medium. Geosynthetic material, especially EPDM are an interesting alternative in providing natural surface sealing. However, some difficulties are encountered in designing geomembrane-sealing devices. Assessing existing installations may provide an interesting feedback in this specific field of application.

**Key words**: Reed bed filters, surface sealing, alternative, difficulties, assessment

### 1. Introduction

Parmi les procédés d'épuration des eaux usées adaptés aux petites agglomérations, *les filtres plantés de roseaux (FPR)* prennent une place de plus en plus importante.

En 2004, plus de 100 installations d'épuration des eaux usées par filtres plantés de roseaux ont été construites sur le territoire métropolitain.

Aujourd'hui, le procédé, lorsqu'il est bien conçu et bien réalisé, a non seulement fait ses preuves sur de petites et moyennes capacités (100 à 500 équivalents habitants exprimés) mais également sur des capacités supérieures à 2000 équivalents habitants.

*Ce procédé d'épuration biologique sur matériaux fins rapportés*, « proche de la nature » est plutôt rustique.

Il séduit particulièrement les communes rurales, notamment en ce qui concerne la gestion optimisée des boues (extraction avec une périodicité de 10 à 15 ans selon les premiers retours d'expérience), le coût d'exploitation relativement modéré ainsi que le niveau de traitement élevé avant rejet dans un milieu naturel bien souvent fragile.

Il peut fonctionner, sous réserve d'une topographie favorable, sans apport d'énergie électrique.

La filière comporte traditionnellement 2 étages successifs de filtres, le premier étant à percolation verticale et le second à percolation verticale (figure 1) ou horizontale.

Le premier étage à percolation verticale comprend trois compartiments fonctionnant en alternance. Il permet de traiter les matières en suspension par rétention des matières solides (filtration, stockage et stabilisation des boues) et de dégrader une partie de la matière organique par nitrification. Le second étage à percolation verticale comprend deux compartiments fonctionnant en alternance et permet d'achever la nitrification des composés azotés. *Les roseaux ont une vocation essentiellement mécanique en favorisant, par le biais des rhizomes et des tiges aériennes, le cheminement des effluents et l'aération au sein du massif et en évitant le colmatage de la surface du premier étage par les dépôts superficiels (eaux brutes non décantées)*

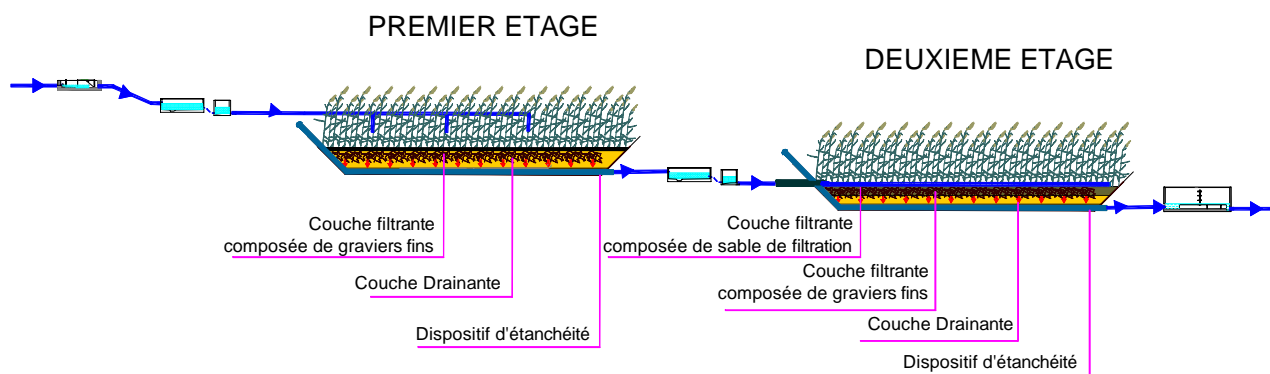


Figure 1. Filière classique FPR comprenant deux étages à percolation verticale

Ce fonctionnement gravitaire par paliers successifs *n'est pas sans conséquences* sur le mode constructif. 4 à 7 m de dénivellée entre l'arrivée des effluents et le rejet sont généralement nécessaires pour faire fonctionner un dispositif gravitaire à deux étages (cas le plus couramment rencontré)

## 2. Intérêt d'une étanchéité des filtres plantés

### 2.1. De la fiabilité du processus épuratoire

La recherche de la fiabilité dans le processus épuratoire nécessite de mettre en œuvre des matériaux de filtration support de l'activité d'épuration biologique, rigoureusement maîtrisés en terme de qualité à savoir : origine des matériaux, granulométrie, coefficient d'uniformité, pourcentage de fines par rapport au poids total, teneur maximale en calcaire, épaisseur de matériau filtrant.

Le document technique n°22 du FNDAE publié en 1998 et plus récemment les recommandations du groupe national MACROPHYTES ET TRAITEMENT DES EAUX dont la première version a été publiée en juin 2005 fournissent des points de repère essentiels.

Dès lors on comprend que la fiabilité des processus épuratoires au sein des différents filtres plantés verticaux ou horizontaux de chacun des deux étages n'est obtenue que par le maintien de conditions de fonctionnement identiques et prévues à l'avance tout au long de la durée de vie présumée de l'installation.

C'est pourquoi, *il est la plupart du temps judicieux d'isoler* le filtre planté du terrain environnant, notamment lorsque celui-ci révèle une présence d'eau, permanente (nappe) ou temporaire (circulations préférentielles) ou une nature géologique, susceptibles de provoquer des dysfonctionnements : mise en charge intempestive ou a contrario absence de mise en charge requise, entraînement de matériaux fins contribuant au colmatage ...

### 2.2. Du stockage de la production de boues

On notera par ailleurs qu'une des spécificités de la filière FPR réside dans le stockage et la stabilisation des boues primaires à la surface du premier étage. Ces boues étant considérées comme des déchets au plan réglementaire, *l'étanchéité du premier étage est donc requise non seulement vis à vis des effluents qui y transitent mais également vis à vis du stockage des boues.*

### 2.3. De la surveillance de l'installation

Il faut enfin garder à l'esprit que le but d'une installation d'épuration des eaux usées – quelle que soit sa capacité – est de traiter les eaux usées avant leur rejet au milieu naturel et donc de participer à la protection de l'environnement en préservant et en restaurant la qualité des cours d'eau et du milieu aquatique. Ce postulat implique une surveillance des installations. Si les exigences réglementaires sont différentes selon les capacités des installations, il n'en demeure pas moins qu'un point de prélèvement est toujours indispensable pour évaluer le niveau de traitement en sortie de l'installation.

Pour les installations d'une capacité exprimée, comprise entre 200 et 2000 équivalents habitants, un comptage des débits est imposé en plus du point de prélèvement.

Les deux dispositifs sont placés la plupart du temps en sortie d'installation afin de mesurer la réelle incidence du rejet sur le milieu récepteur.

Même s'il peut être judicieux d'infiltrer les effluents traités après passage sur le second étage, notamment lorsque la nature géologique du sous-sol est favorable et que le débit à l'étiage du cours d'eau récepteur est faible ou que des enjeux relatifs à la baignade y sont identifiés, *l'étanchéité totale des deux étages de FPR permet d'évaluer avec la meilleure exactitude le rejet réel en terme quantitatif et qualitatif et d'en tirer des enseignements fiables.*

### **3. Les différentes possibilités d'assurer l'étanchéité des filtres plantés de roseaux**

#### **3.1. De l'étanchéité naturelle**

Il pourrait être envisagé de réaliser l'étanchéité des FPR, naturellement à l'aide du terrain en place mais *on se heurte régulièrement à l'inaptitude des sols, au coût des études préalables rendues indispensables, aux difficultés de la réalisation des travaux et des contrôles.*

Pour réaliser une étanchéité naturelle, il faut en premier lieu s'assurer de l'aptitude des sols à remplir cette fonction : cela nécessite une étude géotechnique (G0 + G11 + G12 phases 1 et 2 conformément à NF P 94-500) relativement détaillée et coûteuse comprenant au minimum une identification de chaque formation géologique, des essais de perméabilité, les recommandations pour les terrassements (période favorable, tri éventuel, stabilité des talus...) la définition précise des conditions de réemploi (teneur en eau, optimum Proctor, épaisseur des couches, matériel de mise en œuvre ...)

Dans de nombreuses régions, les sols n'ont pas l'aptitude à conférer une étanchéité satisfaisante aux filtres plantés de roseaux à savoir, un coefficient de perméabilité  $K$  voisin de  $10^{-8}$  m/s.

Lorsque les sols ne sont pas aptes, il convient alors d'envisager des apports de matériaux mais cela devient vite rédhibitoire en terme de contraintes techniques et économiques.

Par ailleurs, on imagine aisément que la dénivelée nécessaire, entre l'entrée et la sortie de l'installation, notamment dans la filière comprenant deux étages à percolation verticale, conduit la plupart du temps, pour des raisons économiques, à travailler en équilibre déblais/remblais, ce qui complique singulièrement la réalisation d'une étanchéité avec les matériaux en place avec notamment des difficultés pour compacter les talus en déblais (longueur de rampant faible, pente  $\geq 1V/2H$ , hétérogénéité du sol ...)

Les terrassements des filtres conduisent également à un talutage périphérique, dont les modalités doivent être fixées par le géotechnicien qui conduit l'étude géotechnique initiale. Sauf cas particulier d'un terrain en milieu exclusivement rocheux, ces talus sont dans la plupart des cas exposés à l'érosion par ruissellements superficiels provoqués par les intempéries.

Enfin le développement continu des roseaux, à partir de leurs rhizomes, permet de passer d'une densité de 4 plants par  $m^2$  à la mise en service à plus de 200 plants par  $m^2$ , deux ou trois ans plus tard. Ce développement rapide doit être confiné à la surface plantée si on ne veut pas voir remise en cause l'étanchéité périphérique du filtre du fait de la colonisation du sol par les rhizomes.

#### **3.2. Du dispositif d'étanchéité par géomembrane**

La réalisation d'un tel dispositif présente une alternative intéressante à l'étanchéité naturelle à l'aide du sol en place. Il en supprime en effet la plupart des contraintes. Le coût reste la plupart du temps modéré : *moins de 10% du coût total de l'installation.*

La mise en place d'un DEG (*Dispositif d'Etanchéité par Géomembrane*) permet d'isoler de manière satisfaisante les massifs filtrants en matériaux rapportés du terrain naturel et d'imperméabiliser totalement les talus intérieurs en supprimant le risque d'érosion et de déstabilisation.

Il comprend généralement du bas vers le haut, *un premier géotextile de protection entre le fond de forme et la géomembrane, la géomembrane proprement dite puis un second géotextile de protection entre la géomembrane et les matériaux constituant le filtre* (voir figure 2).

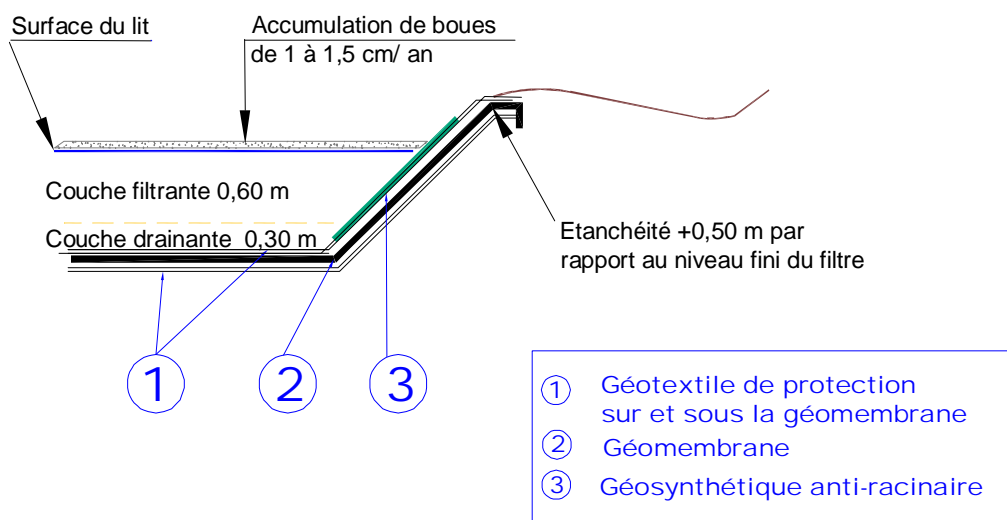


Figure 2. Profil filtre planté 1<sup>er</sup> étage – Coupe sur DEG en fond et en talus

Eventuellement selon les dispositions contractuelles ou les éléments apportés par les fournisseurs de géomembrane, *un écran géosynthétique anti racinaire peut être préconisé pour pallier le risque de perforation de la géomembrane par les rhizomes des roseaux*. En effet, ces derniers ont la particularité de développer des jeunes tiges très rigides et pointues qui peuvent être très agressives (voir figure 9).

#### 4. Le choix des différents matériaux composant le DEG des filtres plantés de roseaux

##### 4.1. Les géotextiles de protection

Les géotextiles de protection doivent être choisis en fonction des caractéristiques principales suivantes : *résistance à la traction, résistance à la perforation statique* et dans une moindre mesure *la résistance à la perforation dynamique (à l'occasion de la mise en œuvre)*. On retiendra, à défaut de document normatif ou de recommandations couvrant ce sujet particulier, que la famille des *produits non tissés aiguilletés* constitue sans doute le meilleur compromis. En l'absence de prescriptions minimales fixées par le maître d'œuvre (ce qui constitue pourtant la règle), il appartient à l'entrepreneur de justifier les caractéristiques du produit par rapport à la nature du fond de forme après terrassements et des matériaux constituant le filtre au contact du DEG.

##### 4.2. Les géomembranes d'étanchéité

On peut envisager différents types de géomembrane pour réaliser l'étanchéité de chaque étage de FPR.

Malheureusement, la terminologie de même que les systèmes de certification des produits et des applicateurs sont encore trop souvent ignorés. Les recommandations du CFG ou du LCPC SETRA pour la réalisation d'étanchéité par géomembranes le sont tout autant, ce qui pose inmanquablement des problèmes dans les prescriptions, la mise en œuvre, notamment au niveau du traitement de points singuliers et des contrôles. C'est ainsi par exemple, *qu'il n'est pas rare de voir proposé en terme de DEG sur des filtres plantés un simple polyane 200 µm*.

Parmi la multitude de produits existants sur le marché, *l'EPDM* présente un intérêt particulier du fait de la possibilité de pré assembler de grandes surfaces, ce qui permet la plupart du temps de livrer le matériau d'un seul tenant et de limiter les assemblages sur site au seul traitement des *points singuliers*.

Mais cela n'est pas sans inconvénient et impose en premier lieu de soigner les terrassements.

A cela s'ajoute la nécessité de traiter des points singuliers assez divers dans leur morphologie comme dans leur situation (disposition valable quel que soit le type de géomembrane d'ailleurs). Ces spécificités représentent des difficultés majeures.



Figure 3. Installation d'épuration des eaux usées de Saint-Fortunat sur Eyrieux (07)  
Capacité de 700 EH - Etanchéité 1<sup>er</sup> étage FPR par géomembrane EPDM

La mise en œuvre du DEG est rapide et ne présente pas de difficultés significatives dès lors qu'on recourt à un applicateur certifié. La certification mise en place par l'ASQUAL avec carte d'identification nominative pour l'applicateur constitue à cet égard un atout indéniable dans la maîtrise de la qualité de mise en œuvre.

#### 4.2.1. Difficultés liées aux terrassements

La géomembrane EPDM étant pré assemblée en usine, des difficultés peuvent apparaître dans le cas où les cotes de terrassements sur chantier ne sont pas strictement conformes aux cotations du matériau. Cela peut notamment advenir lorsque la réalisation est insuffisamment contrôlée ou lorsque des intempéries nécessitent de reprofiler les talus entre la fin des terrassements et la pose du DEG. Ces difficultés peuvent conduire à *des déficits d'ancrage en tête de talus* comme le montre la figure 4.



Figure 4. Pour l'EPDM, l'application du principe de précaution doit conduire à une cotation en usine légèrement supérieure aux cotes théoriques de terrassements afin de prévenir tout déficit lors de la mise en œuvre

#### 4.2.2. Difficultés liées au traitement des points singuliers

Les points singuliers concernent pour l'essentiel les raccordements sur les canalisations en talus ou en fond des filtres plantés, sur les cloisons de séparation des différents compartiments de chaque étage ainsi que les raccordements sur les ouvrages béton éventuellement présents à l'intérieur des filtres. *Pour les traiter, on peut se référer utilement aux recommandations générales éditées par le CFG en 1991 concernant la réalisation d'étanchéité par géomembranes et plus récemment à celles éditées en 2000 par le LCPC SETRA pour l'étanchéité par géomembranes des ouvrages pour les eaux de ruissellement routier.*



Figures 5 et 6. Raccordement géomembrane EPDM en cours sur canalisations en talus (jusqu'à 6 canalisations par filtre) et sur ouvrage béton - Intérieur 1<sup>er</sup> étage filtre planté

La volonté d'intégrer au mieux l'installation d'épuration des eaux usées dans son environnement ne doit pas conduire à négliger pour autant le traitement des points singuliers, et ce quel que soit le DEG mis en œuvre (voir figures 7 et 8)

Bien souvent l'absence, dans le cahier des clauses techniques particulières du marché (CCTP), de prescriptions relatives à la qualité des produits dans les différents domaines d'emploi ainsi qu'à leur mise en œuvre et aux contrôles ne permet pas de maîtriser et de réaliser dans les règles de l'art l'étanchéité des filtres. Cela constitue un facteur de risques de désordres ou de dysfonctionnement de l'installation, indéniable. *On peut signaler à cet égard les travaux en cours d'un groupe de travail initié par le ministère de l'Agriculture et de la Pêche concernant la mise au point d'un cadre de CCTP pour la réalisation des FPR.*



Figures 7 et 8. Dispositifs non conformes de raccordement d'une géomembrane PVC sur canalisation et pieux en bois traité en haut de talus

#### 4.2.3. Agressivité des rhizomes de roseaux vis à vis de l'étanchéité

Certains cas de perforation de géomembrane par les rhizomes sont avérés comme en témoigne la figure 9.

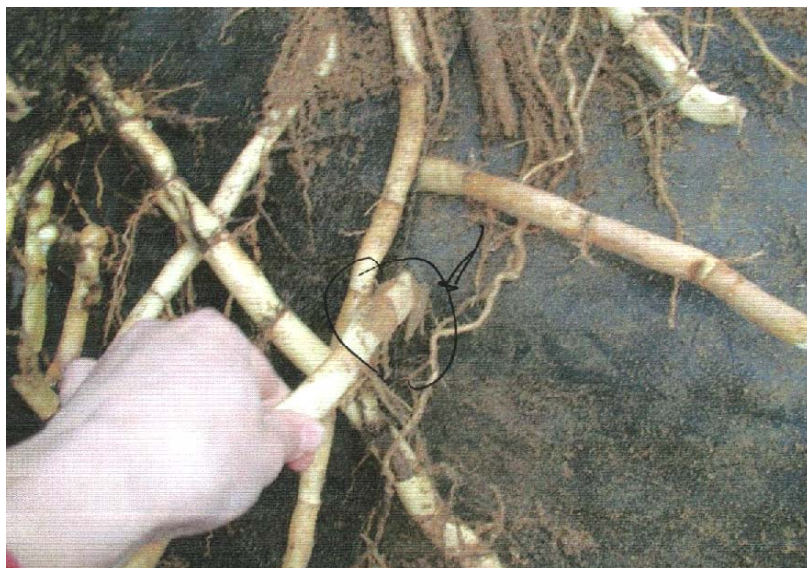


Figure 9. Endommagement d'une géomembrane EPDM par perforation à partir d'un rhizome de roseau sur un filtre planté



Figure 10. Écran géosynthétique anti racinaire disposé en talus

Dans tous les cas il convient d'examiner le risque d'endommagement avant établissement du projet puis dans le cadre de la validation du dossier d'exécution.

Il semble qu'en cas de doute sur la capacité de la géomembrane à résister à la perforation (absence de résultats d'essais probants), l'emploi d'un écran géosynthétique anti racinaire soit tout indiqué.

En ce qui concerne plus particulièrement l'EPDM, celui-ci paraît incontournable – Figure 10

## 5. Conclusion

La part de la filière « Filtres plantés de roseaux » dans les systèmes de traitement des eaux usées adaptés aux petites agglomérations devient de plus en plus importante, surtout depuis 5 à 7 ans.

Les filtres plantés de roseaux sont particulièrement séduisants pour les collectivités de taille modeste du monde rural, qui possèdent, la plupart du temps peu de moyens sur les plans humain et économique. La gestion optimisée des boues et le fonctionnement rustique la filière sont autant d'atouts.

Un autre aspect, plus subjectif celui-là, est celui d'un procédé « proche de la nature » induit par la présence des roseaux (*phragmites australis* ou communis), particulièrement intégrés dans l'environnement.

Constituant une alternative intéressante à la réalisation d'une étanchéité naturelle à l'aide du sol en place, l'emploi des géosynthétiques dans l'étanchéité des FPR, est amené à se développer : géotextiles de protection, géomembranes d'étanchéité, écrans géosynthétiques anti racinaires ...

D'autres applications telles que la séparation, le drainage ou l'anti érosion trouvent également des débouchés lors de la réalisation de FPR.

*La spécificité des produits susceptibles de composer le DEG, comme par exemple l'EPDM, et leur mise en œuvre posent cependant certaines difficultés et nécessitent des compétences particulières.* C'est pourquoi, il conviendra de recourir dans la plupart des cas à la sous-traitance sauf dans le cas où l'épurateur possède des compétences propres dans l'application des produits.

La formation et l'information la plus large des professionnels de l'épuration des eaux usées comme des PME du BTP intervenant de manière plus ou moins régulière sur ce secteur d'activité, demeurent donc indispensables pour assurer de meilleures fonctionnalités et durabilité aux installations.

Il semblerait intéressant qu'à l'échéance de cinq à dix ans une campagne d'investigations in situ soit menée sur différentes installations d'épuration des eaux usées par filtres plantés de roseaux réparties sur l'ensemble du territoire métropolitain.

Celle-ci permettrait de mesurer l'efficacité de l'emploi des géosynthétiques dans l'étanchéité des FPR et notamment le comportement des géomembranes et des dispositifs anti racinaires vis à vis de l'agressivité potentielle des rhizomes de roseaux (risque de perforation) mais aussi plus largement sur l'ensemble de la réalisation dans des domaines aussi variés que la protection, la séparation, le drainage, la lutte contre l'érosion.

Les résultats pourraient éventuellement fournir le retour d'expérience qui manque sur ce développement récent dans le domaine des installations d'épuration des eaux usées adaptées aux petites agglomérations.

## 6. Terminologie

FPR : Filtres plantés de roseaux

EH : Equivalent habitant

DEG : Dispositif d'étanchéité par Géomembrane

EPDM : Ethylène propylène diène monomère

ASQUAL : organisme de certification des produits et des applicateurs

CFG : Comité Français des géosynthétiques

LCPC : Laboratoire central des Ponts et Chaussées

SETRA : Service d'études techniques des routes et autoroutes

## 7. Références bibliographiques

CFG (1991) *Recommandations générales pour la réalisation d'étanchéité par géomembranes*, 47 pages

CEMAGREF CSTB (1998) - *Cahier technique n°22 du FNDAE, Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités*, 96 pages

LCPC SETRA (2000) *Étanchéité par géomembranes des ouvrages pour les eaux de ruissellement routier*, 166 + 76 pages

Groupe Macrophytes et traitement des eaux (2005) *Épuration des eaux usées par filtres plantés de macrophytes – Recommandations techniques pour la conception et la réalisation*, 44 pages