GUIDE TECHNIQUE

Programme
de recherche
SEGTEUP

Systèmes extensifs pour la gestion et le traitement des eaux urbaines de temps de pluie



VERSION Novembre 2013

FINANCÉ PAR ANR
Programme ANR
Precodd 2009-2013

Au sommaire

A INTRODUCTION 2

B LES FILTRES PLANTÉS DE ROSEAUX POUR LE TRAITEMENT DES EAUX URBAINES DE TEMPS DE PLUIE 6

1 Description de la technique étudiée (nomenclature) 6
2 Les processus impliqués 8
2.1 Hydraulique du filtre : 9
2.2 Processus de traitement 10
2.3 La filtration de la pollution particulaire. 10
2.4 Dégradation de la DCO : 10
2.5 Azote kjeldhal : 11
2.6 Rétention des micropolluants : 12
3 Valeurs ajoutées 13
3.1 Les filtres plantés de roseaux pour les traitements des RUTP comme nouvel espace urbain 13
3.2 Les filtres plantés de roseaux comme supports de politiques environnementales 14
4 Intérêt de la technique 15
4.1 Pluviale stricte 15
4.2 Déversoir d'orage 15

C ÉTAPES AVANT-PROJET ET PRINCIPES DE CONCEPTION 17

1 Cadre règlementaire (assainissement et construction) 17
2 Contexte urbain et politique 19
3 Contexte technique et organisationnel *(des services gestionnaires et propriétaires réseaux)* 19
3.1 Gestion des ouvrages : 20
3.2 Exploitabilité des ouvrages : 20
4 Faisabilité technique et principe de mise en oeuvre 21
4.1 Lieu d'implantation 21
4.2 Place disponible 21
4.3 Dénivelé 21
4.4 Dispositions constructives 22
5 Principes de conception et de dimensionnement retenus – Vision Globale 24
5.1 Détermination des débits à l'exutoire : 25
5.2 Détermination du volume journalier de référence à traiter 25
5.3 Détermination de la faisabilité technique des FPR 25

D CONCEPTION /DIMENSIONNEMENT 27

1 Dimensionnement 27
1.1 Détermination des débits à traiter 27
1.2 Dimensionnement hydraulique : 29
1.3 Dimensionnement lié aux performances 30
2 Conception 33
2.1 Le dispositif d'alimentation 33
2.2 Le nombre de filtre 33
2.3 Granulométrie et hauteur des matériaux. 34
2.4 Protection contre des évènements extrêmes. 34
3 Performances sociotechniques 35
3.1 L'environnement de l'ouvrage 35
3.2 La configuration de l'aménagement 36

E GESTION ET SUIVI DES INSTALLATIONS 38

1 L'entretien 38
2 Une gestion au cas par cas 39

F ANNEXES 40

A INTRODUCTION

L'imperméabilisation et l'artificialisation des surfaces urbaines ont conduit, au fil des ans, à collecter des eaux pluviales polluées, les retombées atmosphériques, le lessivage des toitures et des surfaces imperméabilisées etc. Ces eaux contribuent à la saturation des réseaux unitaires et sont parfois collectées par des réseaux séparatifs d'eaux pluviales. Leur rejet dans les milieux aquatiques est défini comme des Rejets urbains de temps de pluie (RUTP). Ces rejets sont constitués par l'ensemble des eaux rejetées soit aux exutoires des réseaux séparatifs pluviaux soit aux surverses de réseaux unitaires ainsi qu'aux by-pass des stations d'épuration.

Ces rejets peuvent sérieusement affecter les conditions hydrologiques, physico-chimiques et écologiques du milieu récepteur. En France et dans le monde, un grand nombre d'études (voir par exemple la synthèse de Ellis *et al*, 2005)[1] ont fait ressortir l'importance de la pollution des rejets urbains par temps de pluie, parfois supérieure ou égale au regard des concentrations de métaux, de matières en suspension (MES), hydrocarbures, à celle des eaux usées, et nettement supérieure en terme de flux massiques. Si les connaissances en termes de teneurs en polluants sur les paramètres globaux (MES, Azote, Phosphore, …), les métaux et les HAP sont réalisés depuis plusieurs dizaines d'années, la prise en compte de substances dangereuses sont plus récentes (voir les travaux dans le cadre des observatoires français en hydrologie urbaine OTHU, OPUR, ONEVU[2] par exemple). Elle est rendue nécessaire notamment par la prise en compte de 41 substances prioritaires dans la directive cadre européenne DCE 2000/60/CE et directive fille 2008/105/CE.

Le **TABLEAU 1** donne un exemple de gammes de concentrations en divers polluants retrouvées dans les eaux urbaines de temps de pluie. Plusieurs études plus récentes, en particulier celles menées dans le cadre de l'OTHU indiquent des ordres de grandeurs supplémentaires qui permettent de cerner la quantité de substances dites prioritaires véhiculées dans les rejets urbains de temps de pluie (Becouze-Larreure, 2010, Dembélé, 2013). Au-delà des valeurs présentées, on retiendra que la caractéristique majeure de la pollution des rejets urbains de temps de pluie est sa variabilité d'un site à un autre, d'une pluie à une autre sur un même site et au cours d'une même pluie.

[1] Ellis, J.B., Marsalek, J., Chocat, B. (2005) Urban water quality ; Encyclopedia of Hydrological sciences, ed G.Anderson, John Wiley and son, Ltd, London, 1479-1491

2 Informations complémentaire sur le site de HURRBIS reseaux des observatoires français en Hydrologie Urbaine – http://www.hurrbis.org

[3] Becouze-Lareure C. (2010). Caractérisation et Estimation des flux de substances prioritaires dans les rejets urbains par temps de pluie sur deux bassins versants expérimentaux. Thèse de doctorat: INSA Lyon, France, 23 novembre 2010. Résumé.http://www.esprit-rhodanos.fr/publications/th-se-version-finale.pdf

Dembélé A. (2010). MES, DCO et polluants prioritaires des rejets urbains de temps de pluie : mesure et modélisation des flux événementiels. Thèse de doctorat: INSA Lyon, France, 18 octobre 2010. Résumé. http://www.esprit-rhodanos.fr/publications/fulltext-phd-a.-dembele-2010-public-version-.pdf

TABLEAU 1 : CARACTÉRISTIQUES DES EAUX PLUVIALES ET UNITAIRES SUIVANT LEUR SOURCE

Paramètres	**Eaux résiduaires**	**Eaux pluviales strictes**	**eaux unitaires temps de pluie**
MES (mg/l)	150 - 500	20- 2600	176 - 647
-DCO (mg/l)	300 - 1000	20 - 500	42 – 900
DBO5 (mg/l)	100 - 400	0.7 – 220	15 - 301
DCO/DBO5	2 – 2.5	5 – 7.5	3.4 - 6.0
NK (mg/l)	30 - 100	4 – 20	
N-NH4 (mg/l)	20 - 80	0.2 – 4,6	3.1 – 8
PT (mg/l)	10 - 25	0.02 – 14,3	6.5 – 14
Cu (µg/l)	39-59	10 - 750	20-1180
Cd (µg/l)	0.1 0.7	0.5 – 2.2	0.04 -0.4
Pb (µg/l)	0.6 – 42.1	10 - 3100	2 -120
Zn (µg/l)	75-185	10 - 3680	7-17
Ni (µg/l)	2.5 – 3	2 - 32	0.5 - 19
Fe (µg/l)	380-420	6-1500	1-2
Somme des 16 HAP de US EPA (ng/l)		900 - 3300	
$\sum_9$ PBDEs (ng/l)		20 - 100	
Glyphosate(ng/l)		95 - 198	
Glufosinate (ng/l)		6 - 389	
AMPA (ng/l)		16 - 469	
Diuron (ng/l)	< 13.3	25 - 795	14-258
Isoproturon (ng/l)		3 - 53	< 29
Carbendazime (ng/l)		7 - 195	
Mecoprop (ng/l)		1 - 2	
Bisphénol A (ng/l)		207 - 817	
4-tert-Octylphenol (ng/l)		35 - 72	
Octylphenol ethoxylates -monoethoxylates (ng/l) -diethoxylates (ng/l)		9 – 22 4 - 14	
Nonylphenol (ng/l)	97.6 – 459.7	187 - 509	69-743
Nonylphenol ethoxylates -mono ethoxylate (ng/l) -diethoxylate (ng/l)		69 – 428 52 - 141	
Nonylphenol -1- carboxylé –ng/L)		160 - 324	

Sources : Synthèse de données européennes et nord américaines établie par Ellis et al., 2005 et complétée par les auteurs :
Rossi, 1998 ; Pagotto, 1999; North Central Texas Council of Governments, 1999; North Central Texas Council of Governments, 2000; North Central Texas Council of Governments., 2001; Ruban, 2004; Crabtree et al., 2005; Ellis et al., 2004; Bertrand-Krajewski, 1999; Chocat, 1997 ; Saget, 1994; Chebbo et al., 1995; Rossi et al 2004; Pitt et al., 1994; Bachoc et al., 1992; Mottier.& Boller, 1992. Lamprea, 2009, Zgheib, 2009 ; Becouze-Lareure, 2010, Sebastian, 2013

Outre les stratégies de réduction des entrées d'eaux pluviales dans les réseaux (toitures végétalisées, noue d'infiltrations …) ou de décalage des flux (stockage en temps de pluie, restitution en temps sec), le traitement des eaux urbaines de temps de pluie devient une nécessité pour retrouver un bon état chimique et écologique de l'ensemble des masses d'eau d'ici 2015 (DCE).

Différentes techniques sont disponibles pour le traitement des RUPT utilisant des processus physiques, biologiques et/ou chimiques. Si les techniques se basant sur la décantation ont été largement utilisées (clarification primaire) puis intensifiées par l'ajout de réactifs chimiques (coagulation floculation, décantation lamellaire), elles demandent une maintenance régulière pour garantir un niveau de traitement fiable sur la pollution particulaire. De même, pour une recherche accrue de compacité, des techniques de séparation physique (de type vortex par exemple) sont également présentes sur le marché.

L'usage de techniques extensives[4] de traitement des RUPT ressort depuis quelques années comme un compromis coût-bénéfice intéressant permettant un traitement *in situ* des eaux pluviales. Parmi ces techniques, celles issues de la famille des « constructed wetlands » (marais artificiels) sont largement étudiées au niveau international. Elles concernent soit des marais artificiels à écoulement superficiel (nécessitant des surfaces importantes) des filtres plantés à écoulement horizontal (sensibles aux variations de charge hydrauliques), des filtres plantés à écoulement vertical (objet de ce guide) ou des mixtes de ces différentes techniques. Le passage du statut de prototype à un dispositif opérationnel nécessitait cependant une validation : le projet SEGTEUP[5] (ANR Precodd 2008) visait à développer, optimiser et valider un procédé extensif de traitement.

Ce guide restitue les conclusions de ce projet en terme de dimensionnement et de paramètres à prendre en compte, aussi bien technique, administratif que organisationnel pour le succès d'un projet de traitement des rejets urbains par temps de pluie par filtres plantés de roseaux à écoulement vertical. Il concerne aussi bien le traitement des surverses de déversoir d'orage que le traitement des eaux pluviales strictes.

Il présente l'état de l'art actuel de ces techniques telles qu'elles sont mises en œuvre en France à l'heure de la rédaction. Ce guide est donc évolutif et pourra être mis à jour selon l'évolution des connaissances. **Par ailleurs, il ne constitue pas une norme et ne saurait figer une technologie encore en plein développement. L'appel à des concepteurs spécialisés pour la réalisation restera cependant indispensable, ce guide ne prétend pas s'y substituer.**

Quelques clés de lecture du document

Le guide est organisé en trois parties :

- Les Filtres Plantés de Roseaux pour le traitement des eaux urbaines de temps de pluie
- Les étapes avant-projet et principes de conception
- Et enfin la Conception /Dimensionnement de ces ouvrages

[4] Techniques de traitement pouvant fonctionner sans énergie ou réactifs et proche d'un équilibre naturel

[5] http://www.segteup.org – Présentation détaillée disponible en annexe



FIGURE 1: FILTRE PLANTÉ POUR LE TRAITEMENT DES EAUX PLUVIALES STRICTES – GARE TGV BEZANNES (51) (PHOTO SINBIO)



FIGURE 2: FILTRE PLANTE EN EAU, LAMBALLE (22) POUR LE TRAITEMENT DES EAUX PLUVIALES STRICTES (PHOTO SINBIO)

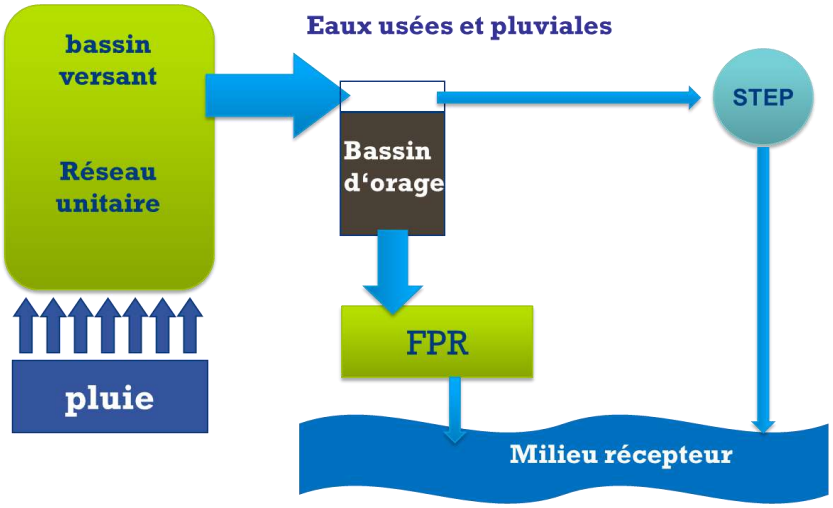


FIGURE 3: SCHÉMA GÉNÉRAL D'UN SYSTÈME D'ASSAINISSEMENT PERMETTANT DE LOCALISER L'UTILISATION DES FPR "FILTRE PLANTÉS DE ROSEAUX" POUR LE TRAITEMENT DES EAUX DE SURVERSE DE DEVERSOIR D'ORAGE

Attention : si techniquement et administrativement, on peut infiltrer, la technique n'est pas forcement la plus adaptée pour des eaux pluviales strictes ! Elle s'avère néanmoins pertinente pour des projets où la nature du sol ne permet pas l'infiltration ou si la présence de nappe rend l'infiltration impossible.

B LES FILTRES PLANTÉS DE ROSEAUX POUR LE TRAITEMENT DES EAUX URBAINES DE TEMPS DE PLUIE

Divers modes de gestion des RUTP ont été développés au cours des dernières années comprenant des systèmes de stockage (bassins d'orage, bassin de retenue-décantation), des techniques de réduction des flux à la source (noues, chaussées poreuses, toitures végétalisées) ainsi que des filières extensives (lagunage, bassins d'infiltration, filtres plantés).

Les systèmes extensifs à base de macrophytes sont largement utilisés pour traiter les eaux usées des petites agglomérations[6]. Différents types de solutions ont déjà été envisagés pour appliquer cette famille de procédés au traitement des rejets de temps de pluie :

- Des procédés de type « *free water surface constructed wetlands* » marais artificiel à écoulement superficiel) comme aux Etats-Unis[7] et en Australie[8] ; ces systèmes sont relativement gourmands en surface, ce qui peut être problématique compte tenu de la densité de population des villes européennes ;

- Des systèmes de filtres plantés à écoulement sous-surfaciques davantage étudiés en Europe[9], à écoulement horizontal (plus sensibles aux variations de charges hydrauliques et au colmatage), ou à écoulement vertical. Les filtres plantés à écoulement vertical ont l'avantage de combiner, dans un même bassin, une partie traitement et une capacité de stockage au sein et au-dessus du filtre. Ce système est plus efficace, moins consommateur d'espace. Il peut donc être installé au plus près des déversoirs d'orage des réseaux implantés à proximité des milieux récepteurs : c'est ce système qui fait l'objet de ce guide.

1 Description de la technique étudiée (nomenclature)

La Figure 4 présente une coupe schématique de la conception faisant l'objet de ce rapport.

[6] IWA (2000). Constructed wetlands for pollution control: Process, performance, design and operation. Scientific and technical report n°8
[7] EPA. (1999), Storm water Technology Fact Sheet – Wet Detention Pond. 832-F-99-048. EPA, Office of Water.
[8] Wong T.H.F, Breen P.F., Somes N.L.G., Lioyd S.D. (1999). Managing Urban Stormwater Using Constructed Wetlands. Industry Report, report 98/7.
[9] Miklas Scholz, 2006. Wetlands systems to control urban runoff. Elsevier edition, 333p.

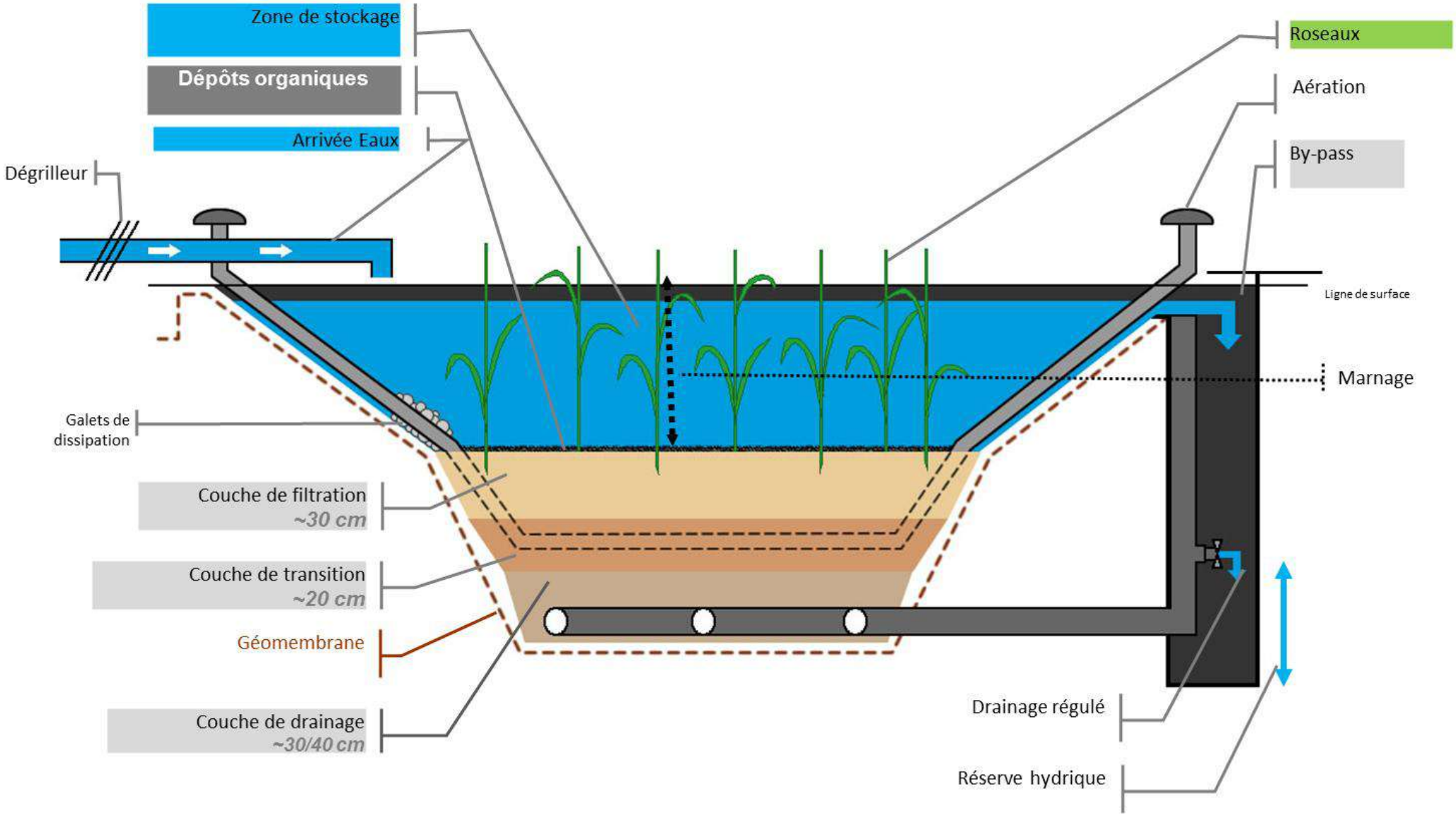


FIGURE 4 : COUPE SCHÉMATIQUE D'UN FILTRE PLANTÉ DE ROSEAUX POUR LE TRAITEMENT DES RUTP

Ces dispositifs ont l'avantage de combiner, dans un même bassin, une partie traitement, qui s'appuie sur le passage maîtrisé de l'eau au travers des différentes couches de granulats du massif filtrant, et une capacité de stockage, semblable à celle d'une lagune, en surface du filtre.

Dans le cadre du projet SEGTEUP, les différentes configurations testées et discutées dans la partie conception (§D) de ce guide, sont présentées dans le tableau suivant.

L'enchainement des couches présentées dans le tableau sont propres au caractère expérimental de l'étude mais ne constituent pas les recommandations de dimensionnement (cf. D)

TABLEAU 2 : CONFIGURATIONS TESTÉES DANS LE CADRE DU PROJET SEGTEUP

Couche de filtration superficielle			Couche de transition		Couche de drainage
Matériaux	Granulométrie (d10 – d60, mm)	Epaisseur	Couche de transition 1 (2-4 mm)	Couche de transition 2 (10-20 mm)	Couche de drainage (20-40 mm)
Sable fin	0.43 – 1.89	30 cm	40 cm	20 cm	20 cm
Sable fin	0.43 – 1.89	60 cm	10 cm	20 cm	20 cm
Sable grossier	0.67 – 0.99	30 cm	40 cm	20 cm	20 cm
Sable grossier	0.67 – 0.99	60 cm	10 cm	20 cm	20 cm
Mélange zéolite/ sable fin	0.44 – 1.68	30 cm	40 cm	20 cm	20 cm
Mélange zéolite/ sable fin	0.44 – 1.68	60 cm	10 cm	20 cm	20 cm
gravier	2.52 – 3.74	60 cm	10 cm	20 cm	20 cm

Lors des épisodes pluvieux, suivant leur intensité, le filtre peut se saturer, voire stocker de l'eau en surface, interdisant toute oxygénation du milieu. En conséquence de quoi, la nitrification directe de l'azote ammoniacal n'est plus possible. L'utilisation de zéolite a été choisie pour ses capacités d'échange cationique permettant d'adsorber l'ammonium pendant les phases d'alimentation afin de le nitrifier pendant les phases de temps sec. Lors du projet un ratio de 20/80 % en volume de zéolite et de sable a été mis en œuvre.

A partir du schéma de principe de la figure 1, l'aménagement des filtres peut varier. Ainsi, il existe des filtres paysagers, intégrés dans des espaces publics ou des sites de traitement, ouverts ou fermés aux publics. Ces différentes configurations peuvent dépendre du contexte réglementaire, de l'espace disponible, du volume d'eau de pluie à stocker et de la volonté des aménageurs.

2 Les processus impliqués

Les processus impliqués dans ces systèmes sont relativement complexes et interdépendants. On notera, d'une part les processus hydrauliques d'écoulement en milieu poreux variablement saturés et les processus liés à la rétention et la dégradation des polluants.

Avant de présenter les processus majeurs responsables des performances des systèmes, il convient de faire un préalable sur le rôle des végétaux. On retiendra que, si les roseaux utilisent des nutriments (azote, phosphore,…) et fixent des métaux au niveau des rhizomes et de la partie aérienne, leur rôle pour exporter ces polluants est négligeable par rapport aux charges amenées lors des épisodes pluvieux. De même leur rôle d'oxygénation peut être assimilé comme

négligeable. Les apports par convection et diffusion sont les seuls à prendre en compte pour la garantie du maintien de conditions aérobie lors des phases de ressuyage du filtre. Le rôle principal des roseaux est lié au maintien de la perméabilité de la couche de dépôt qui se forme en surface des filtres. Leur bon développement est une condition *sine qua non* autorisant l'alimentation des eaux sans étapes de prétraitement. De même, sans que cela soit bien clairement quantifié, la zone rhizosphérique permet un développement bactérien plus dense et diversifié pouvant avoir un impact sur la rétention et la dégradation des polluants.

2.1 Hydraulique du filtre

L'écoulement dans les filtres, lors d'évènement pluvieux est principalement gravitaire et dépendra donc de plusieurs facteurs propres aux caractéristiques du filtre (perméabilité du milieu, débit de régulation de drainage …) ainsi que de son historique de fonctionnement (état de saturation, de colmatage …) et des caractéristiques des hydrogrammes d'entrée (caractéristiques des pluies, du réseau …). D'un point de vue hydraulique, le rôle du filtre est d'atténuer les pics de débit et d'assurer la filtration et un temps de contact de l'eau dans le milieu compatible avec le maintien des niveaux de rejet visés. On retiendra donc plusieurs phases lors de l'acceptation d'un temps de pluie (cf. Figure 5) :

- une phase de saturation progressive de la base du filtre, fonction de l'état initial de saturation et de la dynamique de l'épisode pluvieux. La répartition de l'eau en surface n'est pas optimum et des passages préférentiels peuvent apparaitre. Le débit de régulation de drainage est alors le paramètre majeur régulant l'hydraulique du filtre,
- Une phase de fonctionnement en saturation complète du massif et de stockage d'eau en surface. La bonne répartition de l'eau minimise alors les passages préférentiels et la durée de cette phase impacte la teneur en oxygène dissous dans le milieu. Cette phase est régie par le débit de régulation de drainage,
- Une phase de désaturation du milieu et de réoxygénation du massif. Cette phase est régie par le débit de régulation de drainage au départ puis par les forces capillaires.
- Une phase « sèche » sans écoulement gravitaire où l'eau de la réserve hydrique remonte par capillarité suivant l'évapotranspiration des roseaux. La réserve hydrique de fond de filtre est nécessaire à leur survie.

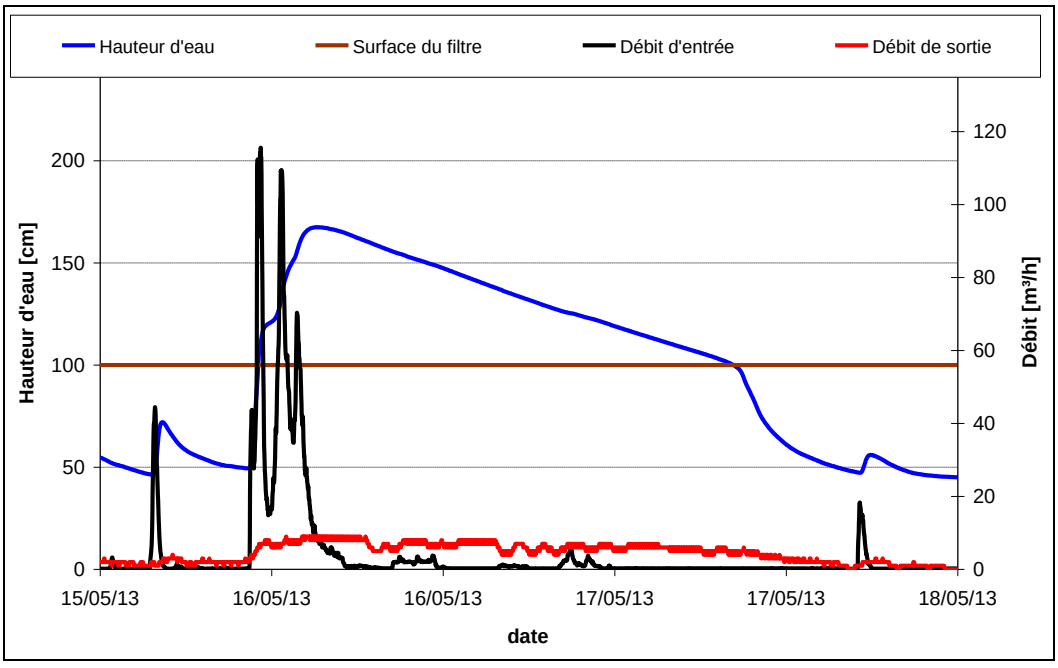


FIGURE 5 : EXEMPLE DE L'HYDRAULIQUE DU FILTRE DE MARCY L'ETOILE (SURFACE 250 M²) LORS D'UN ÉVÈNEMENT PLUVIEUX

2.2 Processus de traitement

Plusieurs processus sont impliqués dans le stockage et la dégradation des polluants, allant de processus physiques (filtration, adsorption) à des processus biologiques de dégradation de la matière organique, de transformation des formes azotées … Une présentation générale par type de polluants est faite ci-dessous.

2.3 La filtration de la pollution particulaire

La grande majorité de la pollution des eaux urbaines de temps de pluie étant sous forme particulaire, le rôle de filtration exercé par les ouvrages de traitement est de première importance. Dans le cadre du projet SEGTEUP, aucune différence significative n'a été observée à l'échelle pilote sur l'efficacité de filtration suivant les granulométries de matériaux utilisées (cf. Tableau 2). Dans l'ensemble, après une phase de démarrage pendant laquelle un surfacage du filtre se réalise (formation d'une couche de dépôt) et ou l'efficacité de filtration s'améliore (quelques semaines), les rendements de filtration dépendent principalement de la concentration d'entrée en MES (cf. Figure 6). La charge hydraulique appliquée n'a pas d'effet notable sur la filtration.

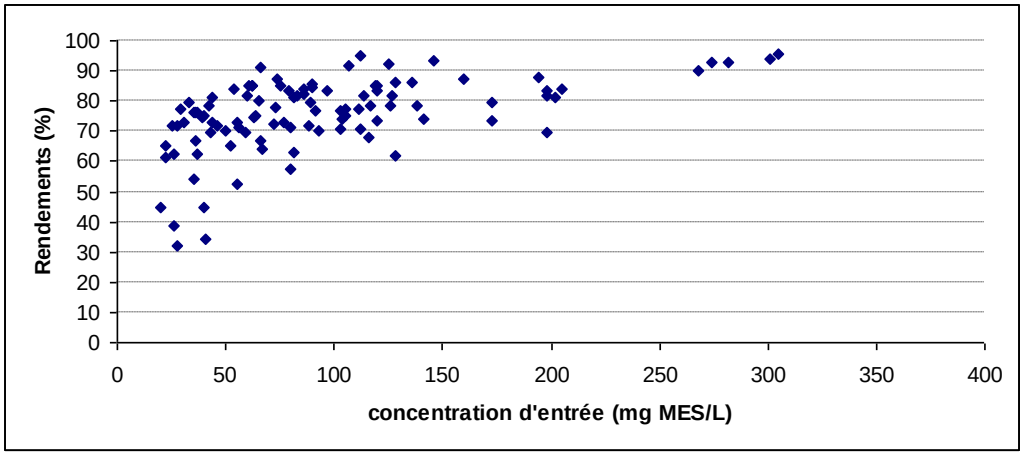


FIGURE 6 : EFFICACITÉ DE FILTRATION EN FONCTION DE LA CONCENTRATION D'ENTRÉE (PILOTES DE CRAPONNE (69))

D'une manière générale, plus la concentration d'entrée est élevée, plus les rendements seront importants. Pour des concentrations d'entrée supérieures à 400 mg MES/l les rendements de filtration seront supérieurs à 95 %.

Si les rendements mesurés sur la rétention des MES ne sont pas significativement impactés par la granulométrie utilisée, la taille des particules de sortie le sont. L'utilisation de gravier va impacter la distribution de la taille des particules de sortie. Des tailles moyennes de 30 µm ont été mesurées par l'utilisation de gravier contre 15 µm lors de l'utilisation de sable comme media filtrant.

2.4 Dégradation de la DCO

Dans la mesure où la majorité de la DCO est sous forme particulaire, en temps de pluie, les rendements observés sur la DCO totale ont la même tendance que ceux observés sur les MES. En ce qui concerne la DCO dissoute, les rendements varient fortement suivant les niveaux de concentrations d'entrée. Pour des concentrations d'entrée faibles (inférieures à 50 mg/L), ils sont très hétérogènes et faibles (de 0 à 40 %) alors qu'ils peuvent atteindre de l'ordre de 80 % pour des concentrations proches de celles d'eaux usées domestiques. Les faibles concentrations étant généralement liées à des charges hydrauliques fortes (saturation du milieu) et/ou une proportion importante de DCO réfractaire, la dégradation de la partie dissoute est difficile.

Pour les paramètres DCO (brute et dissoute) et les MES nous pouvons établir des relations entre les concentrations d'entrée et de sortie de filtre. Ces corrélations évoluent entre des concentrations de sortie relativement stables, pour de faibles et fortes concentrations d'entrée, et une évolution proportionnelle aux teneurs d'entrée suivant différents seuils (cf. Figure 12).

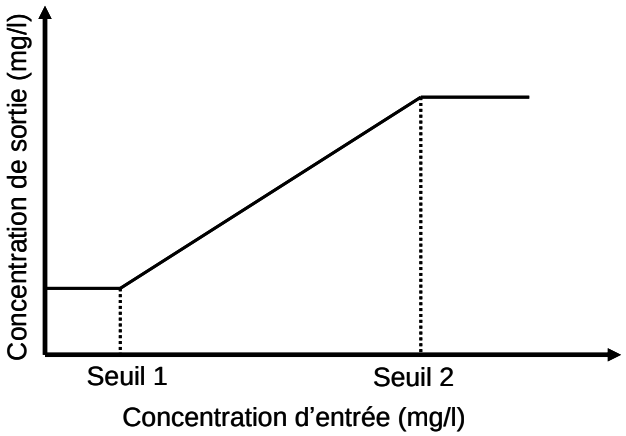


FIGURE 7 : RELATION ENTRE CONCENTRATION D'ENTRÉE ET DE SORTIE

Le tableau suivant présente les relations observées sur les pilotes de Craponne pour les différents paramètres.

TABLEAU 3 : RELATION ENTRE CONCENTRATIONS D'ENTRÉE ET DE SORTIE EN MES ET DCO

	MES		DCO		
	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	
Seuil 1	42	10	64	30	
Relation	$MES_{sortie} = 0.24[MES_{entrée}]$		$DCO_{sortie} = 0.47[DCO_{entrée}]$		
Seuil 2	146	35	265	125	

Le Tableau 3 permet une estimation des concentrations de sortie que l'on peut atteindre pour différentes concentrations d'entrée. On observe que dans la très grande majorité des cas, le niveau de qualité des eaux en sortie de système sera inférieur à 125 mg/l en DCO et 35 mg/l en MES sur des surverses de déversoir relativement concentrées.

2.5 Azote Kjeldhal

En ce qui concerne l'azote organique et réduit une différence notable de comportement est observé suivant le matériau utilisé. D'une manière générale, la rétention de l'azote se fait, en partie par filtration sur la partie particulaire et par adsorption sur la partie dissoute. La nitrification directe pendant l'épisode pluvieux est négligeable dans la mesure où la saturation du milieu pendant l'évènement empêche toute oxygénation par diffusion et convection. En revanche, une fois l'épisode pluvieux drainé par le système, la nitrification aura le temps de se faire entre les périodes de pluie. L'azote nitrifié sera relargué lors des épisodes pluvieux suivant et libèrera par la même occasion les sites d'adsorption.

L'adsorption de l'azote ammoniacal va être impactée par deux causes :

- Plus le matériau est fin, plus les capacités d'adsorption seront importantes (surface développée des matériaux).
- L'utilisation de zéolite, de grande capacité d'échange cationique, permet une rétention quasi-totale de l'azote ammoniacal contrairement aux matériaux classiques.

Le choix du matériau à mette en place sera donc conditionné par les niveaux de rejet attendus en sortie. Si une nitrification totale est demandée (moins de 5 mg NK/l) l'utilisation de zéolite est nécessaire. Dans ce projet la zéolite testée est de la chabasite. Face à la grande diversité des zéolites (chabasite, clinoptinolite,..), il convient de s'assurer d'une capacité d'adsorption en accord avec les objectifs fixés.

Les mesures effectuées dans le cadre du projet SEGTEUP ont permis de mettre en évidence l'impact de la nature et la taille des matériaux sur les performances de rétention de l'azote ammoniacal. Aux concentrations classiquement rencontrées sur des surverses de déversoir d'orage, on observe une relation linéaire entre concentration d'entrée et de sortie. Les rendements (N-NH4) et les courbes d'occurrence de concentration (NK) mesurées sont présentés dans la Figure 8. Si le sable grossier et fin, permettent d'obtenir des rendements moyens de 40 et 60 % respectivement, une nitrification quasi complète (95 %) ne peut être obtenue qu'avec l'utilisation de zéolite.

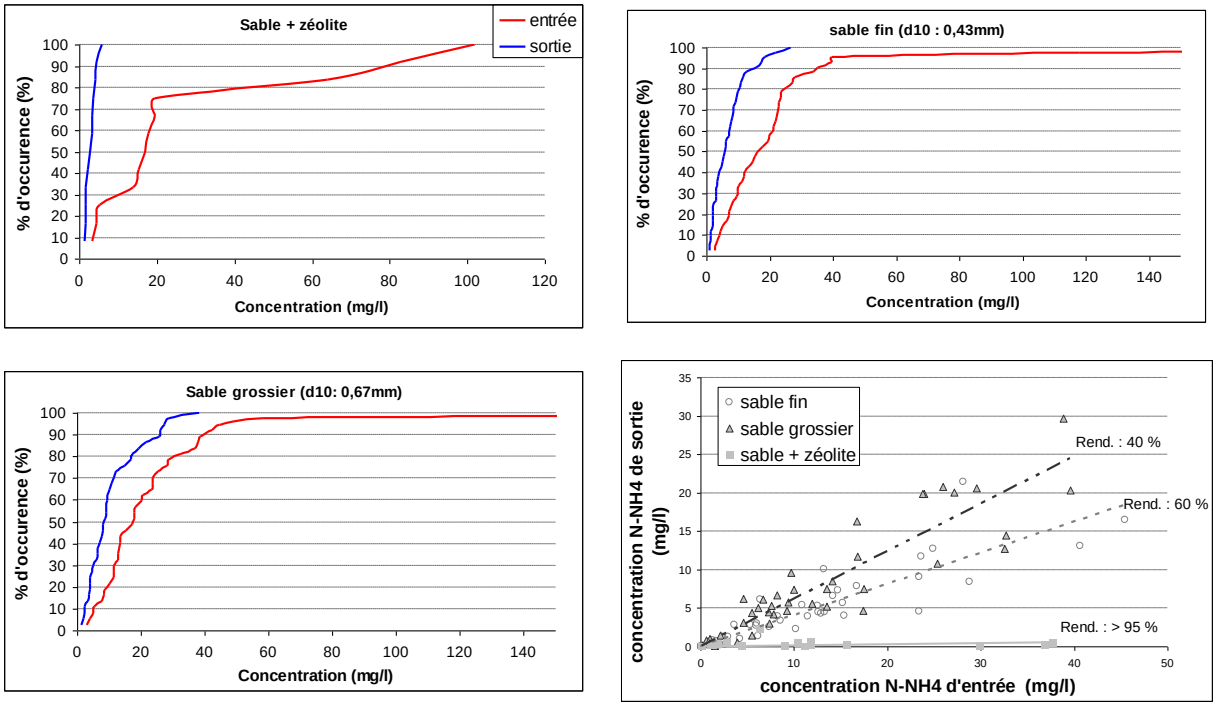


FIGURE 8 : PERFORMANCES EN TERME DE RÉTENTION D'AZOTE ORGANIQUE ET RÉDUIT SUIVANT LE TYPE DE MATÉRIAU

La rétention de l'ammonium étant liée à des mécanismes d'adsorption, des variations sur les rendements peuvent être observés en fonction de la charge reçue et de la fréquence des temps de pluie. Si l'enchainement des pluies ne permet pas une nitrification suffisante pendant les périodes de repos, les sites ne seront pas libérés lors d'un nouveau temps de pluie. Un dimensionnement optimum demanderait alors à faire une étude dynamique sur des chroniques de pluies en se basant sur des performances de rétention et des vitesses de nitrification sur les périodes de repos. Des vitesses de nitrifications moyennes de 3.6 et 2.5 gN/m²/jour (représentant la masse d'azote ammoniacal nitrifié par unité de surface du filtre et par jour) ont été mesurées pour la zéolite et le sable fin respectivement dans le projet SEGTEUP.

2.6 Rétention des micropolluants

Compte tenu de la variabilité des concentrations en micropolluants (métaux, HAP, PCB, …) dans les eaux urbaines de temps de pluie, les données mesurées dans le cadre du projet SEGTEUP, sur un nombre limité de type de réseau, les résultats sont présentés d'un point de vu général.

- Les métaux étant largement liés aux particules on observe une bonne rétention de ces derniers, à la hauteur des performances sur les MES. Pour des évènements importants, la couche fraiche de dépôt qui se forme en surface du filtre permet une amélioration des rendements sur la partie dissoute également. Sinon, on retiendra que les performances sur les métaux dissous est négligeable. Les métaux sont retenus et s'accumulent principalement dans la couche de dépôt. Une attention particulière devra donc être prise lors de l'évacuation de cette couche de dépôt (20 ans d'accumulation environ).
- La plupart des HAP sont liés aux particules également, exceptés certains de faible poids moléculaires (2 méthyle naphtalène, Naphtalène, Acénaphtène, Phénanthrène). Là encore,

la filtration est le principal mécanisme de rétention des HAP. La partie dissoute passe globalement au travers du filtre. Sans avoir suffisamment de recul sur ces système, on peut s'attendre, à l'instar de ce que l'on retrouve dans les filières filtres plantés pour le traitement des eaux usées domestiques et des boues, qu'une majorité des HAP sera dégradé sur des âges important de stockage dans les filtres.

3 Valeurs ajoutées

Les filtres plantés sont des systèmes d'assainissement peu ou pas énergivores qui peuvent engendrer le développement d'un écosystème, contribuer au maintien de la biodiversité (pour de grandes surfaces) et/ou favoriser le développement de fonctions sociales (zones de détente ou de loisir pour les publics)

Ainsi, au-delà du service d'assainissement, les filtres plantés de roseaux peuvent servir les autres politiques publiques portées par les collectivités territoriales en participant à la requalification d'espaces urbains ou en assurant une visibilité à certaines politiques locales. Dans cette partie, nous insisterons sur la valorisation de ces ouvrages comme nouvel espace urbain dans le cadre de solutions paysagées et comme dispositif contribuant aux politiques environnementales.

3.1 Les filtres plantés de roseaux pour les traitements des RUTP comme nouvel espace urbain

Dans le cas d'un aménagement paysager, la construction d'un filtre planté de roseaux pour le traitement des RUTP peut participer à la mise en valeur ou à la création d'un espace public et ce faisant améliorer l'offre en espaces publics de la ville. Ces aménagements peuvent avoir vocation à développer ou modifier certaines pratiques existantes. Ils peuvent également servir à réintroduire ou réhabiliter dans la ville des éléments de nature (faune, flore). En impliquant une requalification de l'espace, ils peuvent permettre d'augmenter la valeur foncière de cet espace et celles des terrains riverains (Photo ci-dessous).

Exemple d'aménagement intégré dans l'espace public



FIGURE 9 : ZONE D'AMÉNAGEMENT CONCERTÉE AU BORD DU LAC AIX LES BAINS (73), TRAITEMENT DES EAUX PLUVIALES STRICTES. (PHOTO SINT)



FIGURE 10 : PARC DE LA SEILLE À METZ (57), TRAITEMENT DES EAUX PLUVIALES STRICTES. (PHOTO SINBIO)

Selon le type d'aménagement réalisé, cette valorisation peut impliquer une modification du paysage, la création d'un square, d'un jardin public ou d'un parc urbain. Dans le cas des aménagements ouverts aux publics et du traitement des surverses de déversoir d'orage, l'intégration du filtre planté passe par une limitation de l'accès des publics aux eaux traitées. Généralement, l'aménagement du filtre planté suscite des pratiques telles que promenades, pique-niques, jeux, sports, etc. dont la fréquence et la coexistence peuvent varier selon les lieux (cf. § A3 Performances sociotechniques). De plus, en raison de leur configuration paysagère, les filtres plantés de roseaux peuvent aussi se révéler des zones de biodiversité, par exemple, en reconstituant des zones humides, milieux en forte régression dans le monde (cf. encart).

Une biodiversité bien présente !

Les filtres plantés de roseaux peuvent abriter une diversité aussi bien floristique que faunistique avec notamment la présence d'espèces protégées (Blongios nain au centre, Crapeau vert , Butome en ombrelle, ...).



(a)Sympetrum méridional, Chemin de la Beffe, Dardilly, Ah-leung Sébastien, 2011

(b)Blongios nain, Portes des Alpes, Saint-Priest, L'effraie, N°31, Rollet Olivier, LPO, 2011

(c)Roseaux communs, Portes des Alpes, Saint-Priest, Grand-Lyon, 2008



Crapauds et têtards calamites espèces protégées trouvées sur le bassin du Montout à Décines – crédits Photos Grand lyon, Naturama, 2011-2012.

3.2 Les filtres plantés de roseaux comme supports de politiques environnementales

La mise en œuvre de ce type d'ouvrage s'inscrit dans les politiques visant à limiter les impacts environnementaux des activités anthropiques sur les milieux récepteurs. Elle relève en cela du développement des écotechnologies dans le domaine de l'assainissement urbain. Elle tend à répondre aux principes écologiques promus par des institutions nationales et internationales (Charte de l'environnement, DCE-Directive Cadre européenne sur l'Eau, Agenda 21, Développement durable).

Localement, en raison de sa configuration et de sa visibilité dans la ville, un traitement des rejets urbains par temps de pluie par un filtre planté de roseaux constituera également un bon outil de communication et de sensibilisation aux politiques environnementales, en particulier celles liées aux pollutions de l'eau, à la protection d'espèces animales rares et plus largement à la protection de l'environnement. En effet, les publics peuvent observer, à travers ces ouvrages de manière concrète, l'application de ces politiques. Ce type de réalisation peut ainsi servir de support à la valorisation de ces politiques et des questions environnementales auprès des publics, notamment des enfants. Il s'agira, dans ce cas, de rendre explicites les services rendus par cet ouvrage au moyen de plaquettes, de panneaux installés *in situ*, d'articles dans la presse et dans les bulletins municipaux ou d'animations spécifiques (avec les écoles, les centres sociaux par exemple).



FIGURE 11: PANNEAUX PÉDAGOGIQUES EXPLICATIFS, SUPPORT DE VISITE DES OUVRAGES D'INFILTRATION/ RÉTENTION DU BASSIN DE LA BEFFE, À DARDILLY (69) (CRÉDITS PHOTOS GRAND-LYON, 2011)

4 Intérêt de la technique

4.1 Eaux pluviales strictes

Si la technique a été testée avec succès pour le traitement des eaux pluviales strictes, permettant de garantir des niveaux de rejet particulièrement bas compte tenu de la nature très particulaire des polluants dans ce contexte, on notera que son intérêt économique peut être moindre par rapport à d'autre filières (bassin d'infiltration par exemple). En conséquence de quoi, dans un contexte purement pluvial, la faisabilité technique doit être comparée à d'autres filières de gestion et de traitement. On retiendra que des contextes faisant apparaître un foncier limité, une nature de sol non favorable à l'infiltration et/ou la présence d'une nappe proche vont renforcer l'intérêt des filtres plantés de roseaux pour le traitement des eaux pluviales strictes.

4.2 Surverses de déversoir d'orage

En France, de nombreux déversoirs d'orage sont installés sur le système d'assainissement afin de permettre *« le rejet direct d'une partie des effluents au milieu naturel lorsque le débit à l'amont dépasse une certaine valeur. Les déversoirs d'orage sont généralement installés sur les réseaux unitaires dans le but de limiter les apports au réseau aval et en particulier dans la STEU en cas de pluie* ». (Chocat 1997[10]).

Il s'agit de points de contrôle importants pour réguler les débits et diminuer les risques de mise en charge du réseau et de surcharge de la station de traitement des eaux usées présente en aval.

Aujourd'hui, les déversements s'effectuent soit vers des bassins d'orage ou de dépollution, soit directement vers le milieu naturel (cours d'eau et plans d'eau). Ce dernier cas reste cependant le cas le plus fréquent actuellement en France.



FIGURE 12: DÉVERSEMENT DIRECT AU SEIN D'UNE RIVIÈRE PÉRI-URBAINE - DÉVERSOIR D'ORAGE DE GREZIEU LA VARENNE SUR LA CHAUDANNE (69) (CREDITS PHOTO OTHU- THIERRY FOURNIER, IRSTEA)

Depuis plusieurs années, une meilleure connaissance des impacts dus aux rejets de temps de pluie, a permis de souligner aux collectivités l'importance de la mise en place d'ouvrage de traitement afin de rejeter des eaux moins chargées en polluants et donc permettre une meilleure gestion des rejets et une réduction des impacts de ces derniers sur les milieux aquatiques récepteurs.

[10] " Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement " - Bernard Chocat, Eurydice, Edition Tech & Doc – Lavoisier, 1136 pages, 1997, N°ISBN: 2-7430-0126-7

La technique présentée dans ce guide répond à cette attente de meilleure maitrise des impacts des RUTP dans le sens où des garanties de niveau de rejet peuvent être tenues.

Il est intéressant de rappeler que la réglementation française décrit le système d'assainissement comme le système de collecte et le système de traitement d'eaux usées (cf. Figure 13).

Les filtres plantés à écoulement vertical peuvent particulièrement être utilisés aux points A1 et A2 du système (cf. Figure 13).

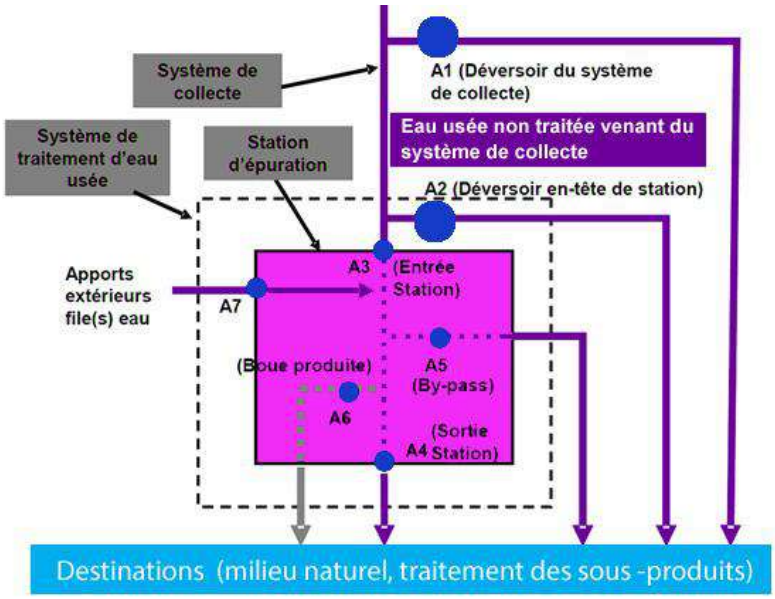


FIGURE 13: DESCRIPTION DU SYSTÈME D'ASSAINISSEMENT AU SEIN DE LA RÉGLEMENTATION FRANÇAISE (SOURCE MEDDE)

Outre leur importance sur le plan hydraulique et hydrologique (atténuation des pics de débits déversés vers les milieux naturels), les filtres plantés de roseaux présentent des intérêts :

- économiques : traiter localement des RUTP évite de les acheminer vers une station d'épuration et donc de créer de nouveaux réseaux ou bien de sur-dimensionner les réseaux existants ou la capacité de la station d'épuration. Les FPR demandent peu d'exploitation et d'entretien et sont peu ou pas énergivores.
- environnementaux : cette technique permet le soutien d'étiage et permet de lutter contre la pollution des milieux récepteurs. Elle participe également à une démarche « développement durable ».
- réglementaires : C'est également une réponse à la DCE et aux contrats de rivière qu'il peut y avoir sur le bassin versant traité.
- fonciers : en permettant la viabilisation pour de nouveaux terrains qui était impossible ou très difficile avec des techniques traditionnelles, les filtres plantés participent à la valorisation foncière des villes.
- techniques : La mise en œuvre des filtres plantés, compte tenu de leur technicité, constitue une valorisation de nouvelles compétences et expertises en matière d'assainissement urbains et plus largement d'écotechnologies au sein des collectivités territoriales et des entreprises du secteur.

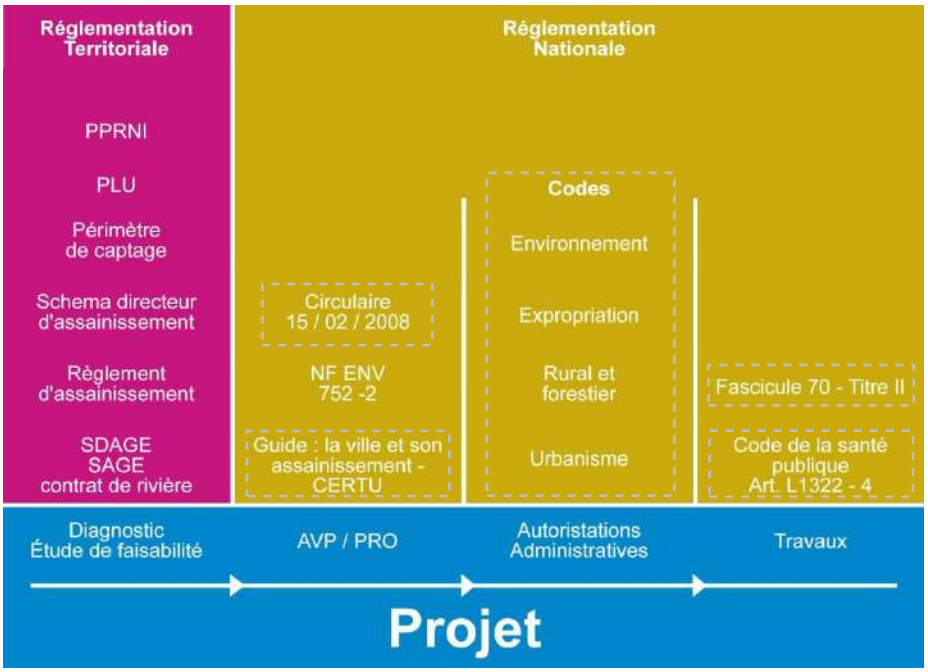
C ÉTAPES AVANT-PROJET ET PRINCIPES DE CONCEPTION

1 Cadre règlementaire (assainissement et construction)

La réglementation applicable à la gestion des eaux de surverse de déversoirs d'orage et aux eaux pluviales strictes est liée :

- aux prescriptions applicables sur un territoire via les différents documents locaux dont les collectivités doivent se doter ;
- les textes officiels (lois, normes, codes…), qui sont applicables à l'échelon national, quel que soit le secteur.

Pour chaque étape du projet, il convient d'appliquer la réglementation s'y référant, conformément au schéma ci-dessous.



CONCERNANT LES CODES

Le code de l'urbanisme : il s'agit principalement de l'application du règlement d'urbanisme sur le territoire concerné par le projet (permis de construire, permis d'aménager, déclaration de travaux…)

Les codes rural et forestier régissent les autorisations de défrichement

Le code de l'environnement est concerné au titre des rejets et des impacts sur le milieu aquatique par rapport aux surverses de déversoirs d'orage, au titre des articles L214-1 à 6 déterminant si une installation ou un ouvrage est soumis aux procédures d'autorisation ou de déclaration.

- Les rubriques du décret d'application (n°93-742 et n°93-743 du 29 mars 1993 modifiés) concernant plus spécifiquement les eaux pluviales strictes et les surverses de DO sont : 2.1.1.0 ; 2.1.2.0 ; 2.1.5.0 ; 2.2.1.0 ; 2.2.2.0 ; 2.2.3.0 ; 3.1.2.0 ; 3.1.4.0 ; 3.1.5.0 ; 3.2.2.0 ; 3.2.3.0 ; 3.2.5.0 ;
- Si le projet rentre dans le champ d'une de ces rubriques, un dossier au titre du code de l'environnement est à déposer à la DDT. Les opérations soumises à autorisation feront l'objet d'une **enquête** publique (pour plus d'informations, cf. http://www.ineris.fr/aida/consultation_document/3175).

Le code de l'expropriation : Le terrain siège du projet peut faire l'objet d'une acquisition foncière à l'amiable ou, en cas de désaccord, par expropriation.

- La procédure de l'expropriation est le seul moyen d'action foncière, lorsque les propriétaires privés refusent de vendre.
- L'expropriation doit être poursuivie dans un but d'utilité publique.

Une **déclaration d'utilité publique** (DUP) est alors nécessaire. Il s'agit d'un acte par lequel la collectivité affirme son intention de recourir à l'expropriation.

La DUP doit être compatible avec les documents d'urbanisme en vigueur (pour plus d'informations, cf. http://www.ineris.fr/aida/consultation_document/10255)

Faut-il clôturer les filtres plantés pour le traitement des RUTP ?

Comme l'ensemble des dispositifs d'assainissement, les filtres plantés de roseaux sont soumis à une réglementation devant assurer la pérennisation de la fonction d'assainissement et la sécurité physique et sanitaire des publics.
Lorsque ces ouvrages traitent des eaux usées, ils doivent selon la réglementation être clôturés et fermés aux publics afin d'empêcher tout contact entre les eaux usées et les publics.
Dans le cas des dispositifs de gestion des RUTP, il convient de distinguer entre le traitement des eaux pluviales strictes et le traitement des surverses de déversoir d'orage. Alors que pour les premières, le risque sanitaire d'un contact du public avec eaux est très faible et que ce contact existe de toute façon lors du ruissellement en amont du traitement, il faut en revanche éviter un contact du public avec des eaux de surverse déversoir d'orage. Elles contiennent des eaux usées diluées, et ceci en amont et en aval ainsi que lors du traitement. Actuellement, la réglementation en vigueur est moins contraignante pour le traitement des RUTP que pour le traitement des eaux usées et offre aux aménageurs une plus grande liberté pour la conception, l'organisation et l'aménagement de ces dispositifs. De fait, la configuration des dispositifs (espace paysagé ou non, présence ou pas de barrières) dépend avant tout du contexte politique, social et urbain et de la volonté des aménageurs (gestionnaires des réseaux).
Parmi les filtres plantés de roseaux, deux cas de figure existent.

- L'espace comprenant le dispositif est intégralement clôturé par des barrières. Celles-ci offrent une sécurité à la fois pour l'ouvrage et pour les publics, notamment dans le cas des surverses de déversoir d'orage. Elles ont tendance cependant à susciter des pratiques comme le dépôt de déchets (déchets verts, papiers, bouteilles, etc.) et des dégradations de l'ouvrage (découpes de clôtures).
- L'espace comprenant le dispositif est ouvert. Dans le cas d'un traitement des surverses de déversoir d'orage, l'aménagement consiste alors à limiter le contact des publics avec les eaux à traiter et traitées. Cette limitation peut se faire au moyen de haies végétalisées, de clôtures ou d'aménagements paysagés (dénivelés par exemple). Ces aménagements s'accompagnent souvent par l'installation sur le site de panneaux d'accès interdit et/ou des panneaux présentant le fonctionnement du dispositif. Il s'agit à la fois de protéger l'ouvrage de certaines pratiques et de prévenir les publics des dangers qui lui sont inhérents.

Ainsi, le choix de clôturer ou pas l'espace comprenant le filtre planté de roseaux dépend pour une grande part de l'aménagement projeté par le gestionnaire de réseaux. Dans le cas d'un espace ouvert et d'un traitement des surverses de déversoir d'orage, il faudra veiller à ce que l'aménagement limite le risque de contact des publics avec les eaux surversées, avant, pendant et après traitement



Type d'aménagement sur des ouvrages de gestion des RUTP[11][12]

[11] Bassin d'infiltration d'eau à Corbas, Parc Bourlione, Ah-leung Sébastien, 2011
[12] Barrière de protection autour des pilotes de Craponne, Chemin des eaux, Ah-leung Sébastien, 2013

Attention : La réglementation évoluant très rapidement, n'hésitez pas à vérifier les dernières mises à jour législatives à chaque nouveau projet sur le site du ministère de l'écologie et du développement durable : http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/ et sur http://www.ineris.fr/aida/

2 Contexte urbain et politique

Les conditions de réception d'un filtre planté de roseaux dépendent du contexte urbain et politique. Afin d'assurer les meilleurs conditions possibles de réception et, pour ce faire, de prendre au mieux en considération les enjeux urbains, sociaux, économiques, organisationnels et politiques présents, les études préalables doivent permettre d'identifier ces enjeux et les attentes associées au projet.

- Quels sont les acteurs politiques engagés dans le projet (élus, personnels politiques, associations d'usagers, etc.) ?
- Quels sont les fonctionnements et les services attendus de ce nouveau dispositif ?
- Quels sont les publics affectés par ce projet (riverains, usagers de l'espace public ou du service d'assainissement) ?
- Quels sont les enjeux sociaux et économiques associés et susceptibles d'être associés à ce nouveau dispositif (valorisation foncière, valorisation écologique, valorisation sociale, valorisation politique) ?

Il est également important d'envisager le plus en amont possible les changements à produire pour l'intégration de ce nouvel équipement dans la ville : évolution des services, de la domanialité, de l'accès à un espace public urbain, des usages, etc. Il s'agira dans la conception et l'élaboration du projet d'assurer les conditions de ces changements.

Par ailleurs, un processus de concertation peut être mis en place afin de répondre aux questions des riverains et des usagers, qui voient ainsi leur environnement changer, et de considérer leurs attendus dans la mise en œuvre du dispositif : réunions publiques (sur le lieu de l'installation ou en mairie), courriers aux riverains et associations intéressées (par ex. associations environnementalistes), articles dans le bulletin municipal, panneaux explicatifs sur le site, etc.

Cette concertation visera à :

- informer le plus largement possible le public du projet (personnes directement affectées ou intéressées par l'installation) ;
- mieux connaître les attendus des riverains, des usagers et des associations pour le dispositif : attendus en termes d'aménagement d'espace public, d'intégration paysagère, d'accès au site, de protection, d'entretien, de gestion, etc. ;
- mieux anticiper leurs réactions face à ce nouveau dispositif dans leur environnement.

Il s'agira aussi de faire valoir par la concertation les plus-values de l'ouvrage, notamment en lien avec l'assainissement urbain et la protection des milieux naturels.

3 Contexte technique et organisationnel *(des services gestionnaires et propriétaires réseaux)*

Les filtres plantés de roseaux pour le traitement des RUTP mobilisent, pour leur conception, leur réalisation et leur gestion, un ensemble d'acteurs et d'organisations, qui n'ont pas toujours l'habitude de travailler ensemble. Il faudra veiller au cours du projet à assurer les conditions de cette collaboration, en particulier pour la maintenance et la gestion des ouvrages.

TABLEAU 4: LISTE DES ACTEURS ET ORGANISATIONS SUSCEPTIBLES D'ETRE IMPLIQUES DANS LA CONCEPTION, LA REALISATION ET LA MAINTENANCE DES DEVERSOIRS D'ORAGES EQUIPES D'UN FILTRE PLANTE DE ROSEAUX

organisations	**Notes**
Collectivités territoriales : communes, organisation supracommunales (syndicat, EPCI)	Plus précisément : élus, agents des collectivités, service de l'eau (études, travaux et exploitation), services de l'urbanisme, services des espaces verts, service foncier, service marchés, service propreté
Gestionnaires des réseaux d'assainissement	Dans le cas où la gestion de l'assainissement est déléguée
Maitre d'œuvre	Il pourra être public ou privé. Il dispose du personnel qualifié et des références suffisantes
Entreprise d'espaces verts	Dans le cas où l'entretien est externalisé
Entreprises de réalisation	Si l'entreprise de réalisation n'est pas spécialisée, il est conseillé de faire appel à un BE compétent en matière de FPR, le BE restant alors responsable de la conception et des performances de l'ouvrage. Dans le cas d'un marché commun étude-construction, l'entreprise en conception-réalisation apportera les garanties de performances et de bon fonctionnement. Elle devra disposer d'un bureau d'étude interne, du personnel qualifié et des références suffisantes

3.3 Gestion des ouvrages

Comme pour la plupart des bassins végétalisés, l'entretien d'un bassin par filtres plantés de roseaux implique différents services gestionnaires : le service exploitation en charge des ouvrages d'assainissement et le service en charge des espaces verts. En effet ce type d'ouvrage est composé d'ouvrages hydrauliques nécessitant un savoir-faire en termes de gestion et d'entretien mais son insertion paysagère et la présence de roseaux en font aussi un ouvrage paysagé nécessitant également un entretien spécifique. Il nécessite donc une coordination entre ces services techniques. Afin d'être efficace, cette coordination doit être mise en œuvre dès le montage du projet et validée une nouvelle fois à la fin du projet (en cas de changements majeurs). Il s'agit par-là, de mettre en place des ouvrages susceptibles d'être entretenus par les collectivités territoriales et donc d'être maintenus en bon état de marche.

3.4 Exploitabilité des ouvrages

La position et la configuration des ouvrages par filtres plantés de roseaux devront être réfléchies de façon à ce que leur entretien puisse être réalisé facilement et avec le matériel habituel dont le gestionnaire dispose.

C'est pourquoi le service exploitant du futur ouvrage devra être associé dès la phase conception du bassin afin que les choix constructifs soient validés par tous. Ces choix porteront sur l'ergonomie, la sécurité du personnel, les contraintes d'accès, la rationalisation des méthodes d'exploitation et d'entretien (notamment par rapport aux autres ouvrages gérés par la collectivité).

Si l'ouvrage nécessite de la part du gestionnaire, qui en a la charge, des moyens supplémentaires (personnels, engins, compétences), il s'agira de s'assurer au cours du projet de sa capacité à acquérir ces nouveaux moyens (soit en interne, soit en sous-traitant). Si ce n'est pas le cas, il faudra revoir la configuration de l'ouvrage. Par ailleurs, la configuration de l'ouvrage doit répondre aux exigences de sécurité propres à chaque collectivité. Il est ainsi nécessaire que la vidange du bassin s'effectue rapidement.

Enfin, si l'ouvrage est ouvert au public, sa configuration devra prendre en compte la sécurité de ces usagers Cf 4.4

4 Faisabilité technique et principe de mise en œuvre

Certains éléments et équipements doivent répondre à des principes de dispositions constructives minimales que se fixent les collectivités pour assurer le bon fonctionnement de l'ouvrage, sa sécurité, sa pérennité mais aussi une facilité d'exploitation et d'entretien.

4.1 Lieu d'implantation

Si la commune est dotée d'un PLU, il s'applique en priorité.

A défaut, ce sont les réglementations nationales qui s'imposent (code de l'urbanisme).

Une implantation à 4 m de la limite de propriété est recommandée, permettant ainsi une accessibilité au bassin sur toute sa périphérie.

> **ATTENTION :** Si le milieu récepteur n'est pas concerné par un PPRI mais que la collectivité a connaissance d'un risque, elle peut alors intégrer dans ses documents d'urbanisme des zones non aedificandi qui s'étend au-delà des 4 m de la limite de propriété.

4.2 Place disponible

La filière est généralement composée :

1) d'une zone de prétraitement permettant de retenir les déchets les plus grossiers (dégrilleur grossier 4/5 cm, …) et éventuellement les sables par la mise en place d'un dessableur (d'ouvrage enterré) pour les eaux de ruissellement
2) le(s) filtre(s) planté(s) de roseaux permettant de stocker/traiter l'évènement pluvieux souhaité,
3) Éventuellement un bassin tampon de stockage supplémentaire

L'emprise de la filière dépend de nombreux paramètres :

- le volume d'eau de pluie à traiter en pointe (pluies annuelle, décennale,…) ;
- le débit de fuite autorisé (plus le débit de fuite est important, moins la zone de rétention occupera de place) ;
- la dénivelée disponible entre le fil d'eau d'entrée dans la filière et celui de l'exutoire (dans le cas d'un fonctionnement gravitaire de la filière).

L'impact de ces paramètres sur la surface totale de filtre à mettre en œuvre est discuté dans la partie conception et dimensionnement de ce guide.

On notera que l'ordre de grandeur de l'emprise foncière totale de l'installation est équivalent au double de la surface de filtre.

4.3 Dénivelée

Dans la mesure du possible s'assurer que le bassin fonctionnera en gravitaire pour éviter l'installation d'une pompe de refoulement et, si cela n'est pas possible, alors prévoir une pompe à l'aval du bassin pour le rejet au milieu naturel plutôt qu'un ouvrage de pompage en amont du filtre

La filière nécessite un minimum de 1 mètre de dénivelée entre la surface du filtre et le fil d'eau de sortie auquel se rajoute la hauteur de stockage maximale souhaitée. Cependant, une dénivelée de 2 mètres à 2.5 mètres permet de rendre la filière plus compacte (stockage de l'eau sur 1 mètre à 1,5 mètre en surface du filtre).

4.4 Dispositions constructives

CONTEXTE GÉOTECHNIQUE ET TERRASSEMENTS

Les contraintes identifiées pour la mise en place de l'installation de traitement sont liées principalement à la topographie et à la nature du sol en place.

L'adaptation à la topographie se fait en créant une plate-forme artificielle. Celle-ci peut se faire en réalisant un terrassement en déblais remblais ou un terrassement intégralement en déblais.

Dans le premier cas, on cherche à équilibrer les mouvements de terre de manière à réutiliser les matériaux extraits pour construire une digue aval dans la pente.

Dans le second cas, la plateforme est implantée sur la côte altimétrique de la digue aval et l'intégralité des matériaux extraits est évacuée.

Les études géotechniques préalables permettent d'apprécier la faisabilité de réalisation du bassin et de valider les esquisses de conception. Ces études permettent de définir les modalités de mise en œuvre : à savoir si les matériaux du sol conviennent pour une bonne stabilité des talus, la modalité de compactage des matériaux, la fondation des ouvrages, les contraintes de mise en œuvre (drainage sous étanchéité, venue d'eau,..).

De manière générale, la nature du sol en place peut présenter deux contraintes majeures :

- La présence de rocher qui induit des modalités de terrassement spécifiques avec l'emploi d'équipements adaptés de type brise roche. Au niveau de la mise en œuvre, on veillera à réaliser des fouilles plus larges et à augmenter le remblaiement des ouvrages.
- La présence d'eau sous forme de :
  - ✓ nappe permanente ou intermittente;
  - ✓ venues d'eau permanentes ou ponctuelles ;
  - ✓ l'aptitude de l'utilisation des sols en place pour des ouvrages en remblai, et les conditions de son utilisation.

Afin de se prémunir de toute dégradation, les ouvrages peuvent être drainés par des tranchées ou des couches de drainage dans le cas de venues d'eau sans phénomènes de saturation du sol en place.

Les ouvrages peuvent être ancrés dans le cas d'eaux stagnantes liées à une nappe phréatique perchée permanente ou saisonnière. Les ouvrages sont implantés en altimétrie pour supporter des phénomènes de poussée verticale de la masse d'eau présente.

TABLEAU 5 : DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES FACE À L'ALÉA GÉOTECHNIQUE

Aléa	Conséquence	Disposition constructive
Rocher	Terrassement irrégulier	Fouilles pour pose des ouvrages plus larges et remblaiement adapté
		Géotextile anti-poinçonnant adapté
Nappe permanente ou saisonnière	Déstabilisation/destruction des ouvrages par la poussée de l'eau	Ancrage et/ou lestage des dispositifs de prétraitement
Venues d'eau	Déstabilisation/destruction des ouvrages par la poussée de l'eau	Drainage et évacuation des eaux captées en aval des ouvrages par lise en place de tranchées et/ou couche drainantes

La géométrie a peu d'importance pour le traitement. Dans la mesure où l'écoulement au travers du filtre est vertical, il n'y a pas de contrainte particulière en termes de géométrie. On notera toutefois

que la géométrie doit permettre une répartition la plus homogène possible des eaux et des MES à la surface des filtres.

Il est indispensable de gérer cette géométrie en amont avec le service exploitation par exemple.

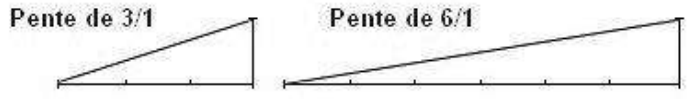
DIGUE EN TERRE

Il est économiquement préférable d'**utiliser les matériaux du site** s'ils sont de qualité satisfaisante et en quantité suffisante

Le choix définitif de digue en terre se fait en fonction du résultat de l'étude de sol.

Un ancrage est parfois nécessaire pour la stabilité des ouvrages.

- Le pendage (ou fruit) du talus des digues est à faire déterminer par l'étude géotechnique, en fonction des matériaux utilisés. Par défaut **une pente de talus de 3 pour 1** (= 3/1 = 3h pour 1v = 3unités horizontales pour 1 unité verticale) pour des remblais et d'**une pente de talus de 2 pour 1** pour des déblais doit être considérée comme minimum.
- Pour les digues paysagères accessibles au public, une pente de 6/1 permet d'effectuer des aménagements paysagers doux, très bien intégrés.
- Sur certaines configurations, il peut s'avérer intéressant de réaliser des risbermes qui permettent de mieux soutenir les talus et/ou rendre possible l'exploitation des ouvrages.
- ***Une largeur de crête de*** 4 mètres est recommandée lorsqu'il y a circulation d'engins. La largeur minimum doit être dans tous les cas de ***3 mètres*** quelle que soit la hauteur de digue pour assurer la sécurité de l'ouvrage (étanchéité, renardage, conditions de compactage par rouleaux plats ou pied de mouton …)
- La zone d'assise de la digue doit toujours être décapée. Selon la nature du sol une fondation (clef d'étanchéité) peut se révéler nécessaire.
- La revanche (partie comprise entre la cote des Plus Hautes Eaux (PHE) et la crête de digue compactée) constitue une sécurité indispensable.



Ex : = 3/1 = 3 pour 1 = 3 unités horizontales pour 1 unité verticale

FIGURE 14 : ILLUSTRATION DE DIFFÉRENTS PENDAGES DE TALUS



FIGURE 15 : PENDAGE DE TALUS 6/1. PORTE DES ALPES À SAINT PRIEST (GRAND LYON 2008)

SURVERSE

Pour une digue en remblai, l'évacuateur de crue est fondamental pour la sécurité de l'ouvrage. Le plus simple est l'évacuateur à seuil déversant (ou déversoir frontal) suivi d'un dispositif de dissipation d'énergie à l'aval.

VOIRIES ET ACCÈS

Pour l'entretien prévoir un accès dès la conception de l'ouvrage
Un stationnement de type chaussée lourde de 15 m de long sera à prévoir à proximité immédiate du dessableur.
La voirie autour du bassin doit permettre l'accès pour le curage des filtres. Celle-ci doit être inclinée de manière à éviter que le ruissellement issu de la voirie ne ravine le talus.

SIGNALISATION

Une signalisation est importante à mettre en place tel par exemple l'affichage du risque de montée des eaux rapide.



EXEMPLE DE SIGNALISATION DU RISQUE RAPIDE DE MONTÉE DES EAUX, GRAND LYON.

5 Principes de conception et de dimensionnement retenus – Vision Globale

Les données indispensables préalables à toute conception et à tout dimensionnement d'un FPR sont :

i) les données structurelles du bassin versant et du réseau d'assainissement associé (caractéristiques du bassin versant : population raccordée, coefficient d'imperméabilisation ; les caractéristiques du réseau : pente, dimension des canalisations, longueurs, géométrie des déversoirs, etc.),
ii) les données sur le milieu récepteur (connaissance du débit d'étiage par exemple, connaissance de la qualité du milieu, etc.),
iii) les données règlementaires (débit de fuite règlementaire),
iv) les données pluviométriques (en vue de faire une analyse intensité/débit déversé/durée/fréquence).

Outre l'inventaire des données, les trois étapes suivantes doivent obligatoirement être suivies en vue de mieux concevoir et dimensionner un FPR dédié au traitement des rejets urbains de temps de pluie :

1) simulations hydrologique et hydraulique du bassin versant et du réseau en fonctionnement
2) Catégorisation des pluies à traiter à l'issue d'une analyse fréquentielle des événements pluvieux (dans le cas d'un traitement des eaux de surverse : ayant provoqué un ou plusieurs déversements) – construction d'une pluie de dimensionnement (pluie de projet)
3) Dimensionnement du FPR à partir de la pluie de projet définie à l'issue de l'étape 2. Ce dimensionnement peut se réaliser soit de manière statique, soit de manière dynamique par l'utilisation d'un modèle simplifié du fonctionnement du filtre. Dans la mesure où les modèles simplifiés nécessitent encore une phase de validation, ce guide s'attache à décrire la méthodologie d'un dimensionnement statique sécuritaire.

Les figures ci-dessous illustrent la démarche de dimensionnement. La première étape (cf. Figure 16) est de déterminer si la solution technique FPR est faisable ou non pour traiter les RUTP. Elle repose principalement sur la comparaison du drainage en 24 h (voire en 30 h pour les cas extrêmes) du débit à traiter est compatible avec le débit de fuite autorisé règlementairement.

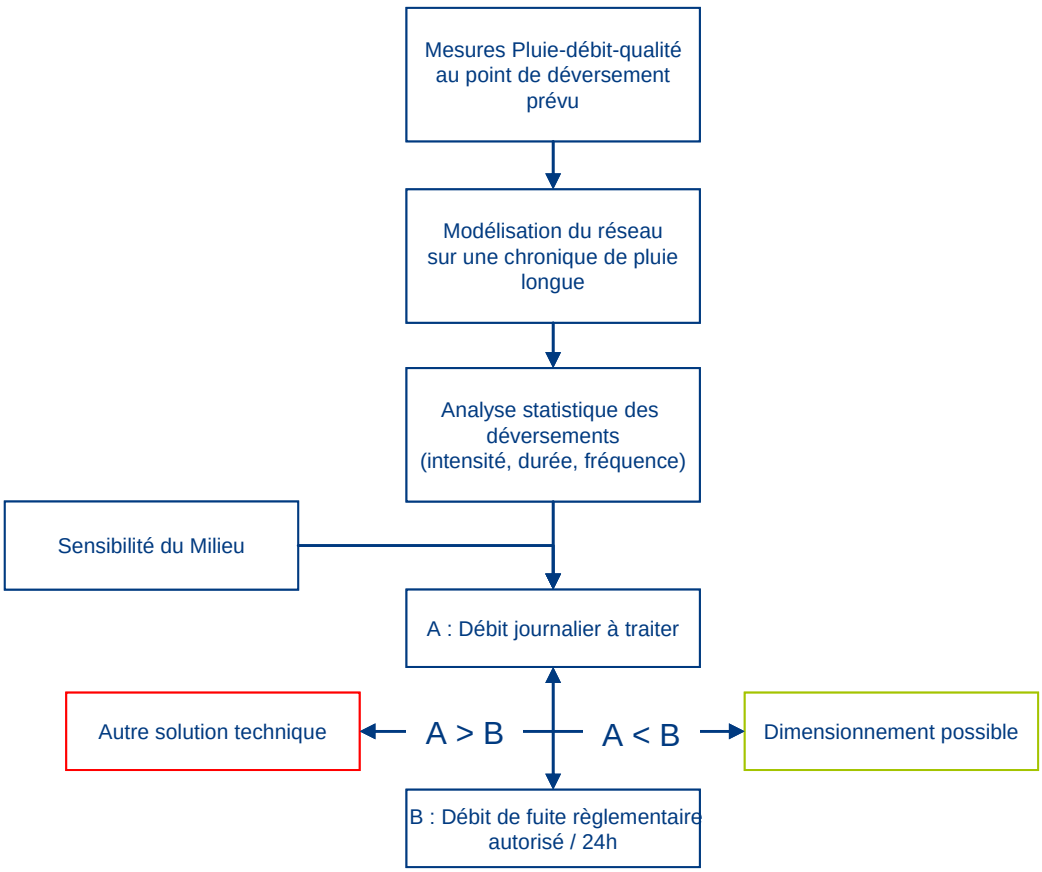


FIGURE 16 : SYNOPTIQUE DE LA DÉMARCHE POUR DÉTERMINER LA FAISABILITÉ TECHNIQUE D'UN OUVRAGE DE FPR

Pour cela différentes étapes sont nécessaires :

5.1 Détermination des débits à l'exutoire

Cette étape ne peut se faire uniquement par modélisation du réseau et, en cas de traitement de surverses de DO, du déversoir d'orage. L'expérience montre que de nombreux systèmes de FPR souffrent d'une mauvaise détermination des débits à traiter. Il est donc primordial de réaliser des mesures pluie/débits à l'endroit de mise en place de l'ouvrage de traitement. Ces mesures permettront de caler un modèle hydraulique du réseau afin de l'utiliser sur une chronique de pluie longue pour simuler les caractéristiques des débits à l'exutoire.

5.2 Détermination du volume journalier de référence à traiter

Une analyse statistique des débits à traiter (Intensité, durée, fréquence) permettra de fixer, en comparaison à la sensibilité du milieu, le débit journalier pris comme référence dans le dimensionnement de l'ouvrage.

5.3 Détermination de la faisabilité technique des FPR

La faisabilité technique de l'ouvrage repose en premier lieu sur la comparaison du débit journalier à traiter et le débit de fuite autorisé par la police de l'eau. Dans la mesure où l'objectif est de dé-saturer le filtre sur 24 h, si le débit journalier à traiter est supérieur au débit de fuite autorisé sur 24 h, la faisabilité technique des FPR est remise en cause. On peut, dans les cas limites, redistribuer le volume journalier sur 30 heures, mais au-delà, une autre solution technique ou géographique devra être envisagée.

Une fois la faisabilité technique de l'ouvrage validée, il convient de fixer son dimensionnement. Pour cela deux démarches peuvent être conduites en parallèle. Une liée au dimensionnement hydraulique de l'ouvrage (cf. Figure 17) qui permettra également de garantir des performances sur les paramètres DCO, MES et DBO_5, et une autre liée aux performances relatives à la nitrification de l'azote ammoniacal (cf Figure 18).

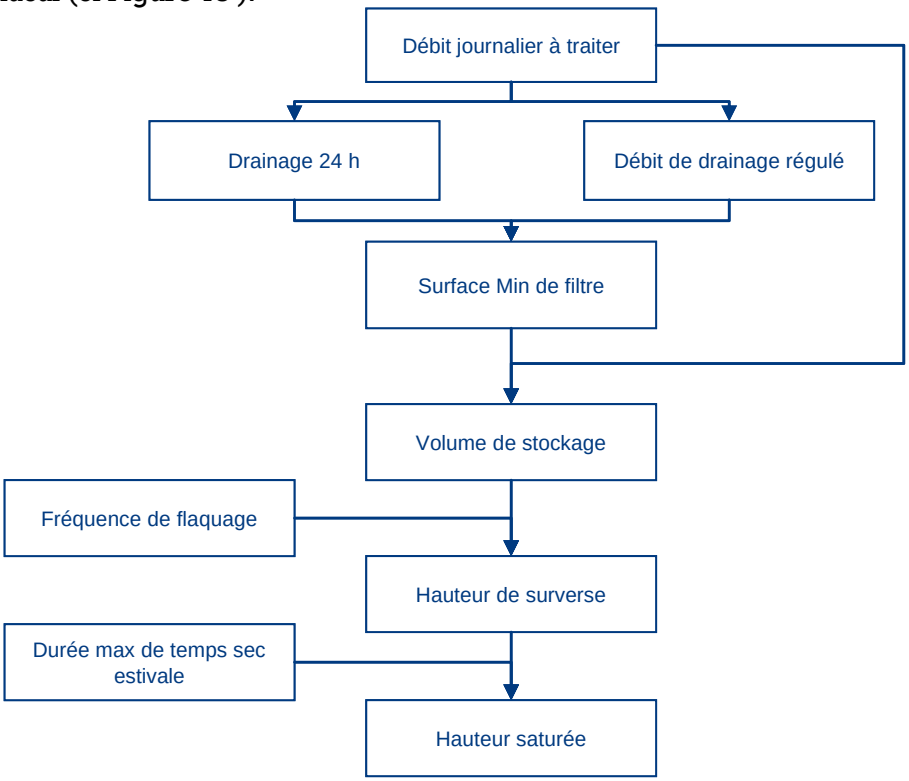


FIGURE 17 : SYNOPTIQUE DE LA MÉTHODOLOGIE DE DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DE L'OUVRAGE DE TRAITEMENT

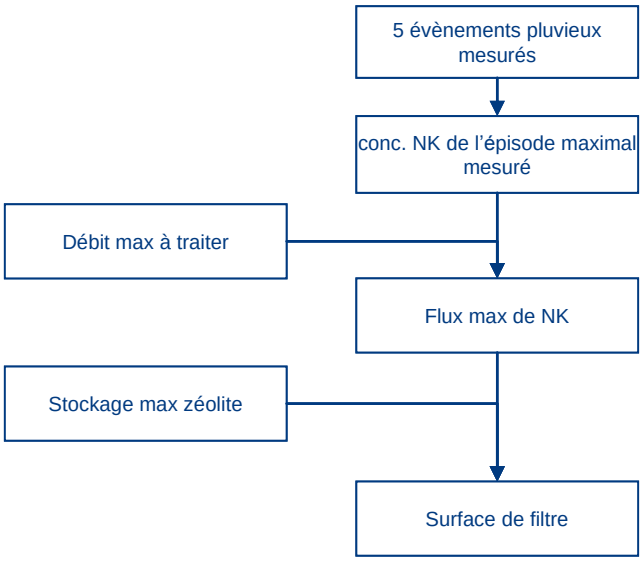


FIGURE 18 : DIMENSIONNEMENT DU FILTRE POUR UNE NITRIFICATION COMPLÈTE

L'ensemble de ces étapes de dimensionnement et de conception des filtres va être présenté ci-après.

D CONCEPTION /DIMENSIONNEMENT

1 Dimensionnement

1.1 Détermination des débits à traiter

La première étape permettant de dimensionner l'ouvrage par la suite est de déterminer les contraintes en termes de volume maximal à traiter (cf. Figure 16) ainsi que la charge polluante maximale à abattre. L'analyse de l'impact des déversements sur le milieu récepteur, et/ou du volume devant être déchargé du réseau aval au niveau du DO, détermine le volume événementiel maximal à traiter. Pour déterminer ce débit déversé il faut construire des courbes IDF (Intensité-Durée-Fréquence) à partir des pluies ayant provoqué (pour un déversoir en fonctionnement) ou pouvant occasionner (pour un déversoir à construire et dont on souhaite traiter les rejets à l'aide d'un filtre planté) un déversement.

CONNAISSANCE DU RÉSEAU :

Face à l'importance de ces données pour le dimensionnement de l'ouvrage et au manque de connaissance récurent du fonctionnement des réseaux en temps de pluie, il est nécessaire de conduire une phase de mesures au plus proche de l'endroit où sera installé l'ouvrage de traitement. Les mesures suivantes sont fortement conseillées :

- mesurer une dizaine d'événements pluvieux (pluie/débit). Ces mesures permettent de vérifier le modèle hydrologique/hydraulique du réseau et donc de déterminer les volumes à traiter. Il est déconseillé d'utiliser la différence amont/aval, dans le cas d'un déversoir, pour déterminer le débit déversé car les incertitudes sont très importantes et par conséquent, le dimensionnement sera erroné. Des mesures des pluies et des débits amont et déversés sont nécessaires pour le cas d'un site existant sur lequel on souhaite construire un filtre planté de roseaux. Pour le cas d'un nouveau projet, des chroniques extraites d'un bassin versant voisin (sous l'hypothèse de similarité climatique) peuvent être exploitées dans le cadre d'une démarche de conception et de dimensionnement.
- suivre la qualité des effluents sur au moins 5 de ces dix pluies (mesure MES, DCO et azote à l'amont du déversoir dont on souhaite traiter les rejets ou au niveau de l'aval déversé). Elles permettront de déterminer les charges polluantes (notamment en azote) nécessaire au dimensionnement de l'ouvrage.

CARACTÉRISTIQUES DES DÉBITS PROVOQUÉS PAR LES PLUIES

Sur la base des mesures pluies/débits, une représentation du bassin versant et de son réseau devra être réalisé sous un logiciel hydraulique (CANOE, Mike Urban …) en incluant, le cas échéant, le déversoir d'orage présent ou à créer. Il est conseillé de représenter les intensités moyennes maximales (sur 2 pas de temps) des événements mesurés en fonction des hauteurs totales précipitées et apprécier le taux de couverture et la représentativité des événements choisis pour la conception et le dimensionnement du filtre.

Ensuite, on réalise une analyse globale permettant d'étudier les caractéristiques des débits à traiter en fonction du climat et de la structure du réseau. Cette analyse peut se faire en plusieurs étapes :

ANALYSE DES CHRONIQUES DE PLUIES

Une simulation continue avec des chroniques de pluie d'au moins 3 ans sur un pas de temps faible (généralement 6 min) est effectuée dans le but d'analyser les pluies ayant provoqué un déversement de façon à estimer leurs périodes de retour et le volume maximal lié à ces déversements.

L'objectif est ici d'identifier « la pluie critique » à prendre en compte ; celle que le FPR doit être capable de traiter. Les données de sortie correspondent aux caractéristiques de « la pluie critique » (volume déversé, durée, période de retour) et aux hydrogrammes en entrée du FPR pour cette même pluie. Il est alors possible de déterminer les événements pluviaux qui provoquent un

déversement au niveau du DO. Cela nous permet d'identifier clairement les évènements pluvieux déversants, soit ceux à considérer par la suite.

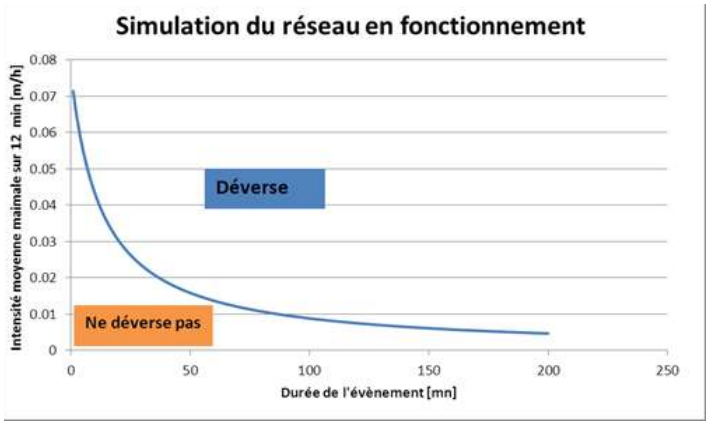


FIGURE 19 : REPRÉSENTATION DE LA LIGNE DE SÉPARATION ENTRE LES ÉVÉNEMENTS PROVOQUANT OU NON UN DÉVERSEMENT

A partir des évènements pluvieux provoquant un volume arrivant sur le filtre, il est intéressant de classer ces évènements afin de les caractériser (hydrogramme déversé, durée de d'alimentation, période de retour de l'événement pluvial associé). En représentant ces évènements sur un graphe Intensité moyenne maximale sur 2 pas de temps en fonction de la hauteur d'eau totale précipitée lors de l'évènement considéré, nous obtenons une catégorisation des évènements (cf. Figure 19 droite).

ANALYSE STATISTIQUES DES PLUIES « DÉVERSANTES »

Les objectifs sont ici d'identifier la pluie critique, de période de retour maximale, devant être prise en compte et dont les rejets doivent être traités. Pour cela nous utilisons une analyse fréquentielle. Toutes les pluies déversantes sont regroupées dans un tableau. La première ligne affiche l'intensité maximale sur 1 pas de temps (6min), la seconde ligne l'intensité moyenne maximale sur 2 pas de temps (12min), ainsi de suite. Une fois le tableau rempli, un tri s'effectuera par colonne, rangé de la gauche vers la droite (la colonne la plus à gauche contient les informations relatives à la pluie déversante de période de retour élevée).

Si l'étude s'effectue sur 10 ans et le tableau contient 10 colonnes (représentant par exemple les 10 intensités maximales les plus importantes observées en 10 ans), la première colonne représente les caractéristiques d'une pluie (déversante dans le cas d'un DO) de période de retour 10 ans, la seconde colonne la pluie de période de retour 5 ans, etc. La pluie de période de retour annuelle représentant la pluie vue ou dépassée 10 fois en 10 ans est rangée à la dernière colonne.

Une fois cette pluie critique identifiée (période de retour entre 1 et 3 ans par exemple), nous l'injectons dans CANOE. Cela nous permet de déterminer les données d'entrée du FPR. A savoir :

- durée de surverse, d'alimentation
- hydrogramme en entrée du filtre
- Débit maximal déversé
- Volume maximum déversé à traiter (volume journalier de référence).

CHOIX DU DÉBIT JOURNALIER À TRAITER ET FAISABILITÉ TECHNIQUE

Le débit journalier de référence ainsi que les niveaux de rejet demandés à l'ouvrage de traitement sont choisis par la police de l'eau en fonction de la sensibilité du milieu. Il convient d'analyser ces contraintes en lien avec la faisabilité technique de ce type de traitement.

- Hydrauliquement : Dans la mesure où l'objectif est de traiter en 24 h le débit journalier maximal à traiter, si ce dernier est supérieur au débit de fuite autorisé par la police de l'eau, le filtre planté de roseaux ne pourra pas répondre seul à cet objectif. Une restitution sur 30 h est envisageable sans porter atteinte au système en cas de différence légère.

- Performances épuratoires : si les limites de rejet sont plus contraignantes que les valeurs seuils hauts (cf. Tableau 3, 125 mg DCO/l, 35 mg MES/l et 5 mg NK/l), ce système ne peut y répondre. Pour une analyse plus précise, il faudrait pouvoir réaliser un dimensionnement basé sur une simulation dynamique de l'ouvrage de traitement en prenant en compte les performances épuratoires. Malheureusement, à l'heure actuelle, le logiciel de simulation dynamique développé dans le cadre du projet SEGTEUP (nouvelle plateforme Hydrobox associée au logiciel CANOE développé au LGCIE à l'INSA de Lyon), ne prend pas encore en compte les rendements épuratoires. Les développements sont en cours pour pallier ce manque.

1.2 Dimensionnement hydraulique

Une fois le volume maximal journalier à traiter fixé, il convient de dimensionner la configuration du filtre d'un point de vue hydraulique. Même si un logiciel de simulation dynamique a été développé dans le cadre du projet SEGTEUP, dans la plateforme Hydrobox (nouveau modèle CANOE développé au LGCIE à l'INSA de Lyon), il demande à être testé dans des configurations de sites différents pour être utilisé de manière fiable. Le choix, à ce stade des connaissances, est de réaliser un dimensionnement sécuritaire, statique, dont l'objectif est de mettre en œuvre des surfaces de stockage suffisantes pour retenir le débit maximal journalier de référence.

Le dimensionnement hydraulique de l'ouvrage de traitement repose donc sur différentes phases (cf. Figure 17) visant à déterminer la surface du filtre, le volume de stockage, la hauteur de surverse et la hauteur de réserve en base de filtre. La conception même du filtre, est discutée au paragraphe 2

SURFACE MINIMALE DU FILTRE

La surface minimale du filtre est liée au drainage en 24 h (exceptionnellement 30 h) du volume de référence à traiter suivant une certaine vitesse de drainage. Pour cela l'étude menée dans le cadre de ce projet permet de préconiser des vitesses de drainage régulées entre 1.10^{-5} et 5.10^{-5} m/s. La surface du filtre se calcule donc suivant la relation :

$$S_{\min hyd} = \frac{Q_{journref}}{V_{Drain} * 86400}$$

Avec $S_{min\ hyd}$ la surface minimale du filtre basée sur l'hydraulique (m²)
$Q_{journref}$, le débit journalier de référence à traiter (m^3/j)
V_{Drain}, la vitesse de drainage régulée (m/s)

VOLUME DE STOCKAGE ET HAUTEUR DE SURVERSES

Le volume de stockage de l'ouvrage de traitement doit permettre d'accepter le débit de référence. On notera que le stockage se fait :

- dans la porosité du milieu (prendre 30 % par sécurité)
- en surface du filtre

Le calcul du volume de stockage disponible en 24 h dans la porosité du milieu doit prendre en compte la géométrie de l'ouvrage (pente des talus sous gravier). Dans l'hypothèse de parois verticales au niveau des matériaux, le volume de stockage en surface en 24 h peut être calculé en utilisant la relation suivante :

$$V_{stock.surf} = Q_{journref} - S_{filtre} * h_{mat} * porosité$$

La géométrie hors sol du volume de stockage (pente des talus) devra être étudiée de manière à assurer le stockage du volume ($V_{stock\ surf}$) en 24 h et de la hauteur de revanche maximale à mettre en place. Cette hauteur de revanche est liée à la fréquence autorisée de submersion de roseaux de manière à éviter tout problème de pourrissement de ces derniers. Là encore une analyse dynamique de l'hydraulique permettrait un dimensionnement plus fin dans la mesure où de l'eau est drainée pendant l'épisode pluvieux. D'un point de vue sécuritaire, et en se référant aux

observations menées sur le FPR de Marcy l'Etoile, on peut dimensionner en statique sur la base de la Figure 20.

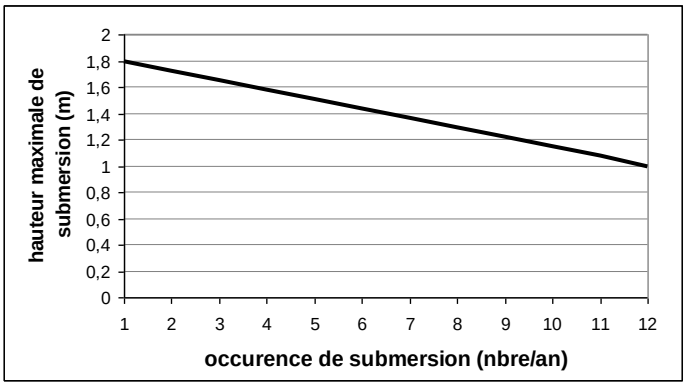


FIGURE 20 : HAUTEUR DE SUBMERSION AUTORISÉE EN FONCTION DE L'OCCURRENCE DES ÉVÈNEMENTS

La géométrie du bassin doit donc permettre, à la fois de pouvoir stocker le volume journalier de référence et d'assurer une fréquence de submersion compatible avec la survie des roseaux. Il convient donc de réaliser au préalable une analyse statistique correcte des débits déversés voire, pour ne pas sur-dimensionner l'ouvrage, de prendre en compte le volume évacué par le FPR pendant l'épisode pluvieux.

RÉSERVE HYDRIQUE DE FOND DE FILTRE

La hauteur de la zone saturée en fond de filtre sert de réserve hydrique pour assurer une remontée d'eau par capillarité vers la rhizosphère. Les études menées sur le modèle hydraulique de ces systèmes a permis de montrer qu'une réserve de 20 à 30 cm maximum est largement suffisante pour assurer la survie des roseaux dans le contexte français. Toutefois, il est utile d'analyser la durée des périodes sèches lors de l'étude statistique des débits déversés sur le filtre. En été, on retiendra des vitesses d'évapotranspiration de l'ordre de 1cm/jour susceptibles de provoquer une chute de la hauteur d'eau saturée en fond de filtre. Cela permet de vérifier la cohérence du réglage de cette hauteur saturée par rapport aux données hydrauliques.

1.3 Dimensionnement lié aux performances

Comme discuté au paragraphe B2, les performances épuratoires seront maintenues sur les paramètres DCO, DBO_5 et MES sur la base du dimensionnement hydraulique. En revanche, lorsque des exigences strictes sont demandées sur le NK, un dimensionnement approprié doit être réalisé (cf. Figure 18). On notera que pour des exigences faibles (rendements moyens de 40 à 60 %), l'utilisation de sable grossier ou fin est possible (cf. Figure 8) mais ne permettra pas de garantir des niveaux de concentrations bas. En effet, en cas de faibles déversements relativement concentrés les rendements épuratoires en termes de nitrification ne semblent pas s'améliorer. Pour garantir des niveaux de performances plus poussés (> 95 %, concentration de sortie < 5 mg NK/l) l'utilisation de matériaux comportant une capacité d'adsorption de l'ammonium (comme la zéolite de type Chabasite par exemple) est nécessaire.

Pour dimensionner le volume de matériau adsorbant à mette en œuvre, la première étape est donc d'estimer le flux d'ammonium que peut recevoir le filtre. Pour cela, on fera appel aux données de qualité mesurées lors des bilans réalisés pour au moins 5 événements pluviaux. Deux démarches peuvent être abordées :

- Une relation « concentration $N\text{-}NH_4$/effet dilution » peut être recherchée. Elle permettra d'estimer les concentrations en $N\text{-}NH_4$ pour différents types de pluie. Sur la base des analyses statistiques des débits déversés, il sera alors possible de calculer le flux d'azote ammoniacal que le filtre recevra suivant les évènements pluvieux.
- Utiliser la concentration mesurée pour l'évènement le plus proche de l'événement de référence définie à l'issue de l'étude statistique des chroniques et ayant généré un débit

inférieur au débit journalier de référence. Cela conduira à surestimer le flux maximal d'ammonium reçu par le filtre.

La première démarche a l'intérêt de faciliter le dimensionnement du volume de matériaux sur la base d'une succession d'évènements afin de calculer quotidiennement le stock d'ammonium adsorbé et la quantité d'azote nitrifié qui sera relargué lors de l'épisode pluvieux suivant. Ce bilan massique peut être réalisé simplement en utilisant une feuille de calcul. Il permet de dimensionner le système de manière optimale en fonction des différents déversements. La deuxième méthode est plus grossière, rapide, mais suscitera généralement un surdimensionnement du volume de matériau adsorbant et donc un impact probable sur le coût.

ESTIMATION DE LA CAPACITÉ D'ADSORPTION MAXIMALE D'AZOTE AMMONIACAL :

Quel que soit le mode de dimensionnement choisi, il est nécessaire de connaitre la capacité maximale d'adsorption d'un matériau. Dans la mesure où, au sein d'une même carrière, les capacités d'échange cationique d'un matériau peuvent changer et, qu'elles ne renseignent pas sur la sélectivité des différents cations (donc de son efficacité sur l'adsorption d'azote ammoniacal), il est nécessaire de réaliser au laboratoire un isotherme d'adsorption pour le $N\text{-}NH_4$ en présence d'autres cations (Ca^{++} et Mg^{++} notamment) susciptibles d'être en compétition avec $NH4^{+}$. Cette méthode rapide est indispensable pour un dimensionnement correct de l'ouvrage.

Pour calculer le volume nécessaire à mettre en œuvre il faut également connaître la vitesse de nitrification du matériau. S'il reste des connaissances à approfondir sur l'impact de la nature du matériau adsorbant, de sa hauteur mise en œuvre et des fréquence des épisodes pluvieux sur les vitesses de nitrification en période sèche, on retiendra les vitesses mesurées dans le cadre du projet SEGTEUP. Elles sont de l'ordre de 3.6 $gN/m^2/jour$ pour des hauteurs de zéolite comprises entre 7 et 15 cm.

Dans le cas d'un dimensionnement basé sur un bilan de masse, l'objectif sera de fixer le volume de matériau adsorbant à mettre en œuvre pour se situer systématiquement en dessous du seuil maximal d'adsorption. Ce calcul repose sur les flux reçus, la capacité maximale d'adsorption et la vitesse de nitrification. La Figure 21 présente un exemple théorique de calcul au pas de temps journalier.

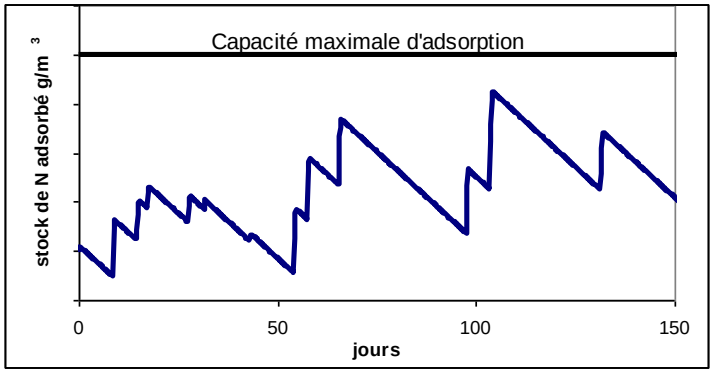


FIGURE 21 : EXEMPLE DE SIMULATION DU STOCK D'AZOTE AMMONIACAL ADSORBÉ DANS LE FILTRE

Si la méthode de bilans de masses de stockage d'azote est plus judicieuse dans le cadre de la problématique du traitement des RUTP, un dimensionnement sécuritaire peut être réalisé en se basant sur le flux d'azote maximal estimé et le temps de repos moyens entre deux évènements pluvieux. On fixe alors le volume de matériau adsorbant à mettre en œuvre suivant deux modes de calcul :

$$V_{mat.ads} = \frac{M_{\max.ads}}{C_{apac.\max}}$$

$$V_{mat.nit} = \frac{M_{\max.ads} * h}{V_{nit} * t_{\sec.moy}}$$

Avec : $V_{mat.nit}$: le volume de matériau adsorbant à mettre en œuvre pour autoriser la nitrification sur une période moyenne de temps sec (m^3)
$M_{max.ads}$: la masse maximale d'ammonium à adsorber sur le matériau au cours d'une journée (le flux journalier) (g)
V_{nit} : la vitesse de nitrification ($g/m^2/jour$)
$t_{sec.moy}$: le temps sec moyen entre deux évènements pluvieux (jour)
$C_{apac.max}$: Capacité maximale d'adsorption de l'ammonium du matériau (g/m^3)
h : hauteur équivalente du matériau adsorbant (m)
$V_{mat.ads}$: Volume de matériau adsorbant (m^3)

Le plus grand des deux volumes représente alors le volume final à considérer dans la mesure où il représente l'étape limitante entre l'adsorption et la vitesse de nitrification. Ce sera alors le volume de matériau à mettre en œuvre dans le filtre. Dans la mesure où les vitesses de nitrification proposées dans ce guide ont été mesurées pour des hauteurs de zéolite comprises entre 7 et 15 cm, on recommande de rester sur ces bases, à moins de justifier clairement des choix différents en relation avec des vitesses de nitrification.

Cela permet alors de calculer des surfaces de filtres à mettre en œuvre pour garantir un rejet faible en NK. La surface calculée à l'issue du dimensionnement hydraulique sera comparée à celle obtenue après la prise en compte de la nitrification. La plus grande des deux sera alors retenue et mise en place.

2 Conception

Ce paragraphe s'attache à décrire les particularités techniques de conception du filtre à mettre en œuvre.

On notera toutefois l'intérêt de mettre en place un dessableur/deshuileur simple en entrée pour éviter des apports particuliers sur le filtre. Il sera dimensionné pour une vitesse de chute de 2,5 cm/s, soit 90 m/h, et une cloison siphoïdes à la sortie permettra la rétention des flottants (dégraisseur statique).

La conception des filtres comprend quelques particularités dont en on listera quelques points :

2.1 Le dispositif d'alimentation

Les études menées dans le cadre du projet SEGTEUP ont montré que des passages préférentiels ont lieu en début d'évènement ou pour de faibles évènements pluvieux. Ces passages préférentiels sont à mettre en relation avec le niveau de saturation du filtre. Lorsqu'un filtre est non saturé, l'infiltration a lieu proche du point d'alimentation n'utilisant qu'une faible partie du filtre. En conséquence de quoi, on observe des concentrations de sortie plus importantes en sortie sur le début des évènements. Pour éviter d'amplifier ce phénomène un soin particulier dans la conception des systèmes de distribution en surface des filtres pour de faibles débits et, pour de gros débits un seul point d'alimentation sera à apporter.



FIGURE 22 : REPRÉSENTATION DE DISPOSITIF D'ALIMENTATION POUR DE GROS DÉBITS AVEC GABION ANTI AFFOUILLEMENT (SITE DE MARCY L'ÉTOILE (69), GAUCHE) ET POUR DE FAIBLES DÉBIT (SITE D'OSTWALDDERGRABEN (67) , DROITE)

2.2 Le nombre de filtres

Sur des déversoirs où l'on attend de faibles déversements et fréquents (2 fois par semaines ou plus), il est recommandé de diviser en deux la surface à mettre en œuvre pour réaliser des alternances mensuelles. Cela permettra de minéraliser la matière organique (concentrée) apportée lors de ces déversements fréquents et d'éviter le colmatage du système. Dans l'hypothèse d'une alimentation moins régulière, un seul filtre pourra être utilisé.

Pour les filtres divisés en deux, une connexion hydraulique au-dessus de la surface de filtration permettra, pour des épisodes pluvieux importants, d'utiliser l'ensemble de la surface de filtration.




FIGURE 23 : PHOTOS DE LA SÉPARATION DU FILTRE (GAUCHE) ET DES DIFFÉRENTS NIVEAUX DE CONNEXION HYDRAULIQUE (DROITE) POUR LE SITE DE MARCY L'ÉTOILE (69)

2.3 Granulométrie et hauteur des matériaux.

Les mesures réalisées dans le cadre du projet SEGTEUP n'ont pas permis de mettre en évidence de différence notables de comportement que ce soit pour la hauteur de la première couche de filtration (30 à 60 cm) que pour le type de sable utilisé. Aussi les recommandations en termes de granulométrie des différentes couches sont notées dans le tableau suivant. Pour les teneurs en calcaire des différents matériaux (roués et concassés) on se réfèrera au guide macrophytes (groupe macrophytes, 2005, http://epnac.irstea.fr/eaux-usees/filtres-plantes-de-roseaux-2/)

	Granulométrie (mm)	Hauteur (cm)
Couche filtrante	d_{10} entre 0.4 et 0.7	40 à 60
Couche de transition	2/4 à 3/8	10
Couche drainante	10/20 à 15/25	20 à 30 plus réserve hydrique

TABLEAU 6 : MATÉRIAUX À METTRE EN ŒUVRE DANS LES FILTRES À ÉCOULEMENT VERTICAL POUR LE TRAITEMENT DES RUTP

Dans la partie non saturée de la couche drainante seront implantés les drains d'aération du système, tels que dimensionnée en traitement des eaux usées domestiques.

2.4 Protection contre des évènements extrêmes

Le filtre étant dimensionné pour un type d'évènement, même s'il est robuste à l'acceptation de surcharge hydraulique, on mettra en place des dispositifs de protection pour minimiser toute remise en suspension et départ de flottants au niveau de la surverse du filtre.

La limitation de la remise en suspension du dépôt peut être, si possible, effectué par la mise en place de protection de type by-pass en amont du filtre (Figure 24 et Figure 25). Pour cela le by-pass pourra être réglé pour limiter la vitesse d'entrée à 1.5m/h sur le filtre.

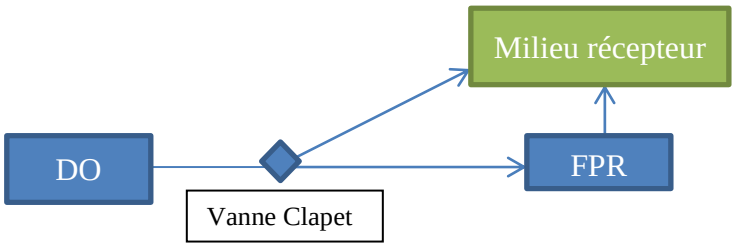


FIGURE 24 : EXEMPLE DE MISE EN PLACE D'UN SYSTÈME DE DÉRIVATION.

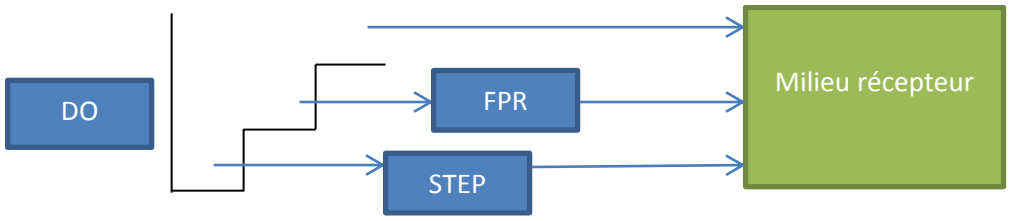


FIGURE 25 : MISE EN PLACE DE NIVEAUX DE SEUIL VARIABLE AU DROIT DU DO EN VUE D'ÉVITER LES REMISES EN SUSPENSION DU DÉPÔT

De même, dans la mesure où des pluies rapprochées et conséquentes ou un flaquage prolongé pourraient provoquer la création de flottants, une cloison siphoïde sera installée au niveau de la surverse pour éviter leur départ. Elle permettra, dans les cas extrêmes d'éviter le départ de particules pouvant impacter le milieu récepteur.

3 Performances sociotechniques

Les performances sociotechniques de l'ouvrage concernent sa capacité à être reçus et adoptés par les urbains, en particulier ses riverains. Elles consistent par exemple en sa capacité à susciter de nouvelles pratiques sociales et de nouveaux publics ou à constituer des ressources (notamment en lien avec la valeur foncière). Ces performances sont en premier lieu fortement liées au type d'eau traitée.

Dans le but d'évaluer *a priori* les performances sociotechniques de ces dispositifs, deux facteurs apparaissent importants : l'environnement dans lequel est implanté l'ouvrage et sa configuration. Cette évaluation des potentialités en termes de pratiques sociales et de valorisations permettent d'orienter le type de construction et d'aménagement souhaités.

3.1 L'environnement de l'ouvrage

Les pratiques suscitées par les ouvrages sont liées pour une part à leur environnement immédiat. Ainsi, un même ouvrage n'appelle pas les mêmes pratiques s'il est situé dans ou à proximité d'un espace naturel ou d'une zone agricole ou d'un quartier résidentiel composés de pavillons ou d'immeubles. Selon ces situations, les publics attendus vont varier et les pratiques susceptibles de se développer seront différentes : promenade, pique-nique, jeux d'enfants, activités sportives, etc.

Par exemple : les bassins du chemin de la Beffe à Dardilly, situés aux abords d'un massif forestier et d'un sentier pédestre peut accueillir des randonneurs dans le cadre de leur circuit.



FIGURE 26: SENTIER PÉDESTRE JOUXTANT LES BASSINS DE DARDILLY (69), AS, 2012

Ces activités dépendent également de l'accessibilité de l'ouvrage : par exemple, accès par les transports collectifs (bus, tramway, métro), accès par le réseau routier et présence de zones de stationnement. Une bonne accessibilité de l'espace par les transports en commun ou le réseau routier permet d'escompter des usagers au-delà des riverains. Si l'espace à aménager est peu relié aux transports collectifs, l'aménagement devra plutôt être destiné aux riverains.

Par exemple, les bassins de Porte des Alpes, dans l'agglomération lyonnaise, sont localisés à côté d'un centre commercial et sont bien desservis par les transports en commun (tramway, bus) et le réseau routier. Ils comptent à proximité de nombreuses places de stationnement. Cette situation permet à l'ouvrage d'attirer des publics au-delà des riverains.



FIGURE 27: CENTRE COMMERCIAL DE PORTES DES ALPES VU DU BASSIN FEUILLY (69), AS, 2012

Par exemple, les bassins du chemin Godefroy à Dardilly sont situés dans un lotissement faiblement desservi par les transports en communs et sont peu accessibles en voiture (des barrières en empêchent l'accès au dispositif). Les pratiques qui s'y développent sont pour l'essentiel le fait des riverains. Dans cette situation, les bassins ne sont pas non mis en valeur par des panneaux d'information.

3.2 La configuration de l'aménagement

Les activités qui se développent dans les espaces intégrant des filtres plantés de roseaux dépendent également de la configuration des ouvrages (ouvert, fermé, paysagers, etc.). Celle-ci résulte des contextes d'implantation ainsi que des contraintes techniques et réglementaires (cf. *supra* §C1, C4). Les pratiques observées varient fortement entre des ouvrages fermés et des ouvrages ouverts.

- Les dispositifs fermés sont clos par des barrières ou des palissades, qui empêchent l'accès des publics à l'ouvrage, voire qui en interdisent la vue. Des panneaux indiquent également l'interdiction d'accès. Dans ce cas, les pratiques sont très limitées. Elles concernent principalement les agents d'entretien et de maintenance. Ce type d'ouvrage peut susciter des pratiques de rejets (dépôts de déchets). Le cas échéant, il faudra veiller à enlever régulièrement ces dépôt afin qu'il n'y ait pas d'accumulation.

- Les dispositifs ouverts sont paysagés et accessibles aux publics. Ils intègrent des jardins publics, des squares ou des parcs urbains et sont constitués de mobiliers urbains classiques (poubelles, bancs, lampadaires, etc.) et d'objets urbains spécifiques à la gestion de l'eau (dégrilleurs, noues, bassins, etc.). Compte tenu des contraintes réglementaires et techniques, certains dispositifs peuvent être fermés aux publics (en particulier l'accès aux bassins et aux eaux traitées). Cette fermeture se fait au moyen de « barrières » naturelles (arbustes, plantes vivaces) ou artificielles (palissades, clôtures). Des panneaux expliquant le fonctionnement du dispositif peuvent également être installés à proximité de l'ouvrage. Dans ce cas, les pratiques peuvent être très variés et le fait de publics nombreux (riverains, usagers). Elles sont en général propres aux types

d'espaces urbains qu'ils intègrent : par exemple, pique-nique, promenade (à pied, à cheval, à vélo), repos, jeux, activités sportives (jogging, football), braconnages pour les parcs urbains périphériques, pause du midi et jeux pour les squares.

Une fréquentation variable suivant les contextes d'implantations des dispositifs

Des pratiques variées selon les ouvrages – Exemple des sites de Saint-Priest et de Dardilly (69)





Occupation différentielle des ouvrages de gestion des RUTP par les publics[13][14]
Lorsqu'ils sont paysagés et aménagés pour recevoir des publics, les ouvrages de gestion des RUTP ont tendance à appeler des pratiques sportives (course) et de détente (pique-nique). Ces pratiques peuvent être très importantes lorsque le site intègre des plans d'eau régulièrement alimentés.

La présence de publics ne dépend pas seulement de la configuration de l'aménagement (panneaux de vulgarisation, cheminements piéton). Elle a à voir aussi avec son environnement (accessibilité du lieu, lieu « concurrent » à proximité). L'ensemble de ces éléments devront être pris en compte dans le choix et l'élaboration du futur aménagement.

[13] Bassin de rétention et d'infiltration d'eau à Dardilly, chemin de la beffe, Ah-leung Sébastien, 2013
[14] Pique-nique, Portes des Alpes, Saint-Priest, Ah-leung Sébastien, 2012

B GESTION ET SUIVI DES INSTALLATIONS

1 L'entretien

L'entretien permettra d'assurer la pérennité de l'ouvrage.

Dans tous les cas, il faudra veiller à éviter toutes nuisances visuelles (flottants) et olfactives, par :

- un entretien préventif à chaque visite :

- ramassage régulier des flottants
- entretien des talus
- nettoyage des ouvrages de prétraitement (dégrilleur)
- contrôle/surveillance de la végétation :
    - désherbage par arrachage des indésirables (produits chimiques proscrits) principalement les deux premières années de fonctionnement avant la colonisation complète du filtre par les roseaux [*prévoir 6 interventions par an*]
    - Le stress hydrique ou déficit en eau est révélé par le jaunissement et/ou le flétrissement du roseau. Sans conséquence grave s'il est temporaire mais il est souhaitable d'y remédier par apport d'eau à partir du réseau (au niveau du déversoir d'orage si possible) [intervention à effectuer après un mois d'à sec]. Il n'est pas préconisé de faucarder annuellement les roseaux comme pour la filière eaux usées brutes. Les fortes charges hydrauliques appliquées ponctuellement sur le filtre risquent de noyer les végétaux si ceux-ci ont été faucardés

La fréquence de l'entretien va varier selon la capacité et la qualité des eaux retenues.

A cela, prévoir une intervention annuelle pour vérifier le bon fonctionnement de l'ouvrage.

- un entretien curatif :

- élimination de la vase et des boues par curage lorsque leur quantité induit une modification du volume utile de rétention et que le drainage est ralenti. Tous les 10 ans à 20 ans, le retour d'expérience sur ces techniques nous permettra d'affiner les durées. Les boues accumulées sont évacuées soit en incinération soit en CET de classe 2 (siccité >30%) en raison de leur potentielle innocuité associée à la présence de métaux.
- une inspection à minima après un événement pluvieux significatif (c'est-à-dire de la période de retour retenue pour le dimensionnement).
- enlèvement des adventices une fois par an à l'automne (octobre à décembre)

Il est conseillé de créer une fiche d'entretien de l'ouvrage dans laquelle seront notés la périodicité et la technique à employer pour nettoyer l'ouvrage.

Ce mode opératoire (ou cahier d'exploitation) a pour but d'identifier et de définir les différentes actions pour le suivi et l'entretien de l'ouvrage.

Cette démarche peut s'inscrire dans le cadre plus large de l'auto-surveillance réglementaire du système d'assainissement, elle vise a formaliser une démarche assurance-qualité tant au niveau du contrôle des ouvrages que de l'impact sur le milieu naturel.

Ce mode opératoire peut s'articuler autour de 3 points fondamentaux :

- les contrôles réglementaires
- l'organisation et la description des opérations de suivi et de mesures
- la gestion de l'information

2 Une gestion au cas par cas

L 'environnement et la configuration des ouvrages conditionnent en partie l'existence, la diversité et le nombre de pratiques présentes au sein d'un dispositif technique. Suivant la nature de ces dispositifs et des pratiques qui en résultent, les gestionnaires auront donc à gérer au cas par cas chacun de ces dispositifs. Suite à l'analyse des terrains d'études du projet SEGTEUP, certaines tendances peuvent être dégagées dans le but de faciliter la gestion et d'améliorer la réception de ces espaces par les publics concernés.

- Les dispositifs fermés comprennent des barrières limitant fortement l'accès des publics. Toutefois, ce type d'ouvrage peut susciter des pratiques de dépôts de déchets et de dégradation des clôtures, qui nécessitent un entretien occasionnel (remise en état du site, enlèvement des ordures, réparation de la clôture). L'installation de panneaux d'information, la réalisation de campagnes de communication et de sensibilisation de la population à l'intérêt de l'ouvrage ou le choix du lieu d'implantation du dispositif peuvent permettre de limiter ces pratiques.
  Par exemple : A Marcy-L'étoile, les observations n'ont montré aucun dépôt d'ordures malgré la présence de barrières. Ce dispositif est enclavé entre des maisons d'un lotissement dans lequel les riverains exercent une surveillance du site.



FIGURE 28 : ABSENCE DE DÉCHETS AUTOUR DU PROTOTYPE DE MARCY L'ÉTOILE (69), AS, 2012

- Les dispositifs ouverts accueillent régulièrement des publics. Ils nécessitent, à côté de la maintenance des ouvrages hydrauliques, un entretien similaire à celui des espaces urbains du même type qui n'intègrent pas des filtres plantés de roseaux. Cet entretien concerne les plantes, les arbustes et les mobiliers urbains. Il peut affecter les pratiques. Par exemple, la présence de faune et flore parasites ou d' « herbes folles » sur un site appellera des pratiques différentes d'un site moins « sauvage ».

C ANNEXES

Glossaire / Abréviations

Adventice : une adventice est une espèce végétale étrangère à la flore indigène d'un territoire dans lequel elle est accidentellement introduite et peut s'installer.

AVP : Phase d'avant-projet

DCE : Directive Cadre européenne sur l'Eau

Débit régulé de sortie du filtre : Débit contrôlé à la sortie du filtre grâce à une vanne ou un orifice calibré. Il est légèrement variable suivant la charge hydraulique globale dans le filtre et de l'ouverture de sortie fixée (ouverture laissée par la vanne). Il est différent du **débit de fuite SPE (service police de l'eau)** qui est le débit règlementaire défini en litre/seconde (ou jour)/hectare actif) en lien avec la qualité du milieu récepteur.

FPR: Filtre Planté de Roseaux

G12 : étude géotechnique d'avant-projet qui permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés en définissant et en mettant en œuvre un programme d'investigations géotechniques spécifique et en donnant les principes généraux de constructions (terrassement, soutènements, fondations, risque de déformation des terrains etc…)

MES: Matière en suspension

Pendage (ou fruit) du talus : Orientation d'une couche géologique dans l'espace et par rapport à l'horizontal. Indique généralement son inclinaison.

PLU : Plan Local d'Urbanisme

PPRNI: Plan de Prévention des Risques Naturels Inondation

PRO : Phase projet

Renardage: un renard est une cavité produite par un phénomène d'érosion régressive provoqué par infiltration non contrôlée des eaux dans le corps d'une digue

STEP: Station d'épuration des eaux usées

SAGE: Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SDAGE: Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

Temps de séjour : Durée de stagnation des eaux dans le bassin nécessaire pour dégrader ou supprimer les éléments polluants contenus dans les eaux

Temps de vidange : Afin que le bassin puisse être opérationnel pour un deuxième événement pluvieux, la vidange de celui-ci doit être effectuée dans un laps de temps acceptable de manière à contenir ce deuxième épisode pluvieux.

Bibliographie

- Becouze-Lareure C. (2010).Caractérisation et estimation des flux de substances prioritaires dans les rejets urbains par temps de pluie sur deux bassins versants expérimentaux. Thèse de doctorat. Lyon (France): INSA de Lyon, 298 p.
- Bertrand-Krajewski (J.-L.) – Modélisation des flux polluants en hydrologie urbaine : évolution depuis les années 1960 et perspectives pour les années 2000. La Houille Blanche, 4/5, 103-109, 2002.
- Bertrand-Krajewski (J.-L.) – Polluants des rejets urbains de temps de pluie : natures, concentrations, flux, caractéristiques physico-chimiques, solides en suspension. Notes de cours. DEA Génie Civil – INSA de Lyon, 53 p. 1999.
- Bressy A. (2010). Flux de micropolluants dans les eaux de ruissellement urbaines. Effets de différents modes de gestion des eaux pluviales. Thèse de doctorat. Paris (France). Université Paris-Est, 327 p.
- Chebbo (G.), Gromaire (M.-C.), Lucas (E.) – Protocole Vicas : mesure de la vitesse de chute des MES dans les effluents urbains. TSM, 12, 39-49, 2003.
- Chocat (B.) (coordonnateur) – Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement. Paris : Tec & Doc Lavoisier, 1136 p, 1997.
- Crabtree (B.), Moy (F.) et Whitehead (M.) – Pollutants in highway runoff. 10th International Conference on Urban Drainage, Copenhagen, Denmark, 21-26 August 2005. 8p in [CD-ROM], 2005.
- Ellis (B.), Chocat (B.), Fujita (S.), Rauch (W.) et Marsalek (J.) – Urban drainage: A multilingual Glossary. IWA publishing, London, 512 p, 2004.
- Ellis (B.), Marsalek (J.) & Chocat (B.) – article 97: Urban water quality. Encyclopedia of hydrological science. Edited by M G Anderson, John Wiley & sons, 2005.
- Gaspéri (J.), Moilleron (R.), Chebbo (G.) – Variabilité spatiale de la pollution en HAP transitant dans le réseau d'assainissement parisien lors d'événements pluvieux. La Houille Blanche, 5, 35-40, 2005.
- Gasperi J., Sebastian C., Ruban V., Delamain M., Percot S., Wiest L., Mirande C., Caupos E., Demare D., Diallo Kessoo M., Saad M., Schwartz J.-J., Dubois P., Fratta C., Wolff H., Moilleron R., Chebbo G., Cren C., Millet M., Barraud S., Gromaire M.-C.. Micropollutants in urban stormwater: occurrence, concentrations and atmospheric contribution for a wide range of contaminants on three French catchments. soumise en 2013 à Environmental Science and Pollution Research. Accepté en révision
- Gonzalez (A.), Moilleron (R.), Chebbo (G.), Thévenot (D.) – Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in urban runoff samples from the "Le Marais" experimental catchment in Paris centre. Polycyclic Aromatic Compound Journal, 20, 1-19, 2000.
- Lamprea K. (2009). Caractérisation et origine des métaux traces, hydrocarbures aromatiques polycycliques et pesticides transportés par les retombées atmosphériques et les eaux de ruissellement dans les bassins versants séparatifs péri-urbains. Thèse de doctorant. Nantes (France). Ecole Centrale de Nantes. 264 p.
- North Central Texas Council of Governments. – Annual regional stormwater monitoring report for North Central Texas, 23 p. http ://www.txnpsbook.org, 1999.
- North Central Texas Council of Governments. – Annual regional stormwater monitoring report for North Central Texas, 22 p. http ://www.txnpsbook.org, 2000.
- North Central Texas Council of Governments. – Annual regional stormwater monitoring report for North Central Texas, 23 p. http ://www.txnpsbook.org, 2001.
- Pagotto (C.) – Etude sur l'émission et le transfert dans les eaux et les sols des éléments traces métalliques et des hydrocarbures en domaine routier. Thèse de Doctorat : Université de Poitiers, 252 p +annexes, 1999.
- Rossi (L.) – Qualité des eaux de ruissellement urbaines. Thèse de Doctorat : Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, 313 p + annexes, 1998.
- Ruban (V.) – Hydrologie des bassins versants péri-urbains équipés de réseaux séparatifs, Rapport LCPC Nantes : 62, 2004.
- Saget (A.) – Base de données sur la qualité des rejets urbains de temps de pluie : distribution de la pollution rejetée, dimensions des ouvrages d'interception. ; Thèse de doctorat de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Spécialité Sciences et Techniques de l'Environnement ; 228 p. + annexes ; 1994.
- Sebastian C.(2013). Bassin de retenue des eaux pluviales en milieu urbain : performance en matière de piégeage des micropolluants These de doctorat INSA Lyon , 338 p
- Zgheib S. (2009). Flux et sources des polluants prioritaires dans les eaux urbaines en lien avec l'usage du territoire. Thèse de doctorat. Paris (France) : Ecole National des Ponts et Chaussées. 349 p.

Comité de rédaction

IRSTEA	P. Molle (coordonnateur du programme SEGTEUP), J. Fournel, D. Meyer
EPUR NATURE	S. Troesch, F. Clement
GRAIE	E. Brelot, L. Bacot
Grand Lyon – Direction de l'eau	S. Guillermard, C. De Brito
INSA EVS	J.Y. Toussaint, S. Vareilles, S. Ah Leung
INSA LGCIE	G. Lipeme Kouyi, Q. Bichet, B. Chocat
SINT	D. Esser

Crédits Photos :

EPUR NATURE, SINT, SINBIO, GRAIE, OTHU, Grand Lyon, INSA EVS, IRSTEA, LPO

Liens utiles :

http://www.irstea.fr/
http://lgcie.insa-lyon.fr/
http://www.sint.fr/
http://www.epurnature.fr/
http://epnac.irstea.fr
http://edu-evs.insa-lyon.fr/
http://www.grandlyon.com
http://www.graie.org/
http://www.othu.org/

SEGTEUP

(Systèmes Extensifs pour la Gestion et le Traitement des Eaux Urbaines de temps de Pluie)

Présentation des partenaires

Le programme SEGTEUP réunitdepuis janvier 2009, 7 partenaires afin de développer, optimiser et valider ce procédé original de traitement écologique des rejets urbains de temps de pluie. Il nécessite la mise en commun de compétences à la fois techniques et organisationnelles. Il regroupe des partenaires scientifiques (IRSTEA UR HH, INSA de Lyon LGCIE et EVS), des entreprises (bureau d'étude SINT, constructeur EPUR NATURE) et le Grand Lyon. L'animation du projet est réalisée par le GRAIE.

Le projet s'inscrit dans le cadre d'un programme soutenu et financé en partie par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR).

Un programme de recherche à différentes échelles

Segteup est un programme de recherche de grande ampleur qui met en œuvre des expérimentations à différentes échelles :

- une première phase d'expérimentation sur pilotes, ayant pour objectif d'étudier finement différentes conceptions de filtres en conditions contrôlées. Ce dispositif est un outil unique en France dont le rôle est de fournir des données indispensables en recherche environnementale pour comprendre et simuler les processus impliqués dans ces systèmes.

- une seconde phase d'expérimentation en taille réelle dans une zone périurbaine de l'ouest lyonnais. Cette démarche est nécessaire pour intégrer un facteur d'échelle dans le dimensionnement ainsi que d'évaluer le comportement des filtres en conditions réelles (charges polluantes non maîtrisées, maintenance du système). Elle permet également d'analyser des conditions de réception de ce type d'ouvrage par les riverains.

- enfin, une phase d'élaboration de modèles prédictifs permettra de définir des recommandations de dimensionnement adaptées à la variabilité des conditions géographiques et climatiques. Un aspect de la recherche porte sur les nouvelles pratiques qu'engendrent ces dispositifs écologiques.

Une valorisation tant scientifique qu'opérationnelle

En plus de la valorisation scientifique des résultats par les rapports et les publications scientifiques, il est prévu une importante valorisation en direction des acteurs opérationnels (bureaux d'étude, entreprises, collectivités territoriales, ...) destinée d'une part, à faire connaître les possibilités et les limites des ouvrages étudiés et d'autre part, à diffuser l'information sur les règles de bonne conception.

L'un des éléments de valorisation sera ce Guide technique disponible notamment par les sites web du programme, du GRAIE et de chaque partenaire.

Contacts et informations : http://www.segteup.com