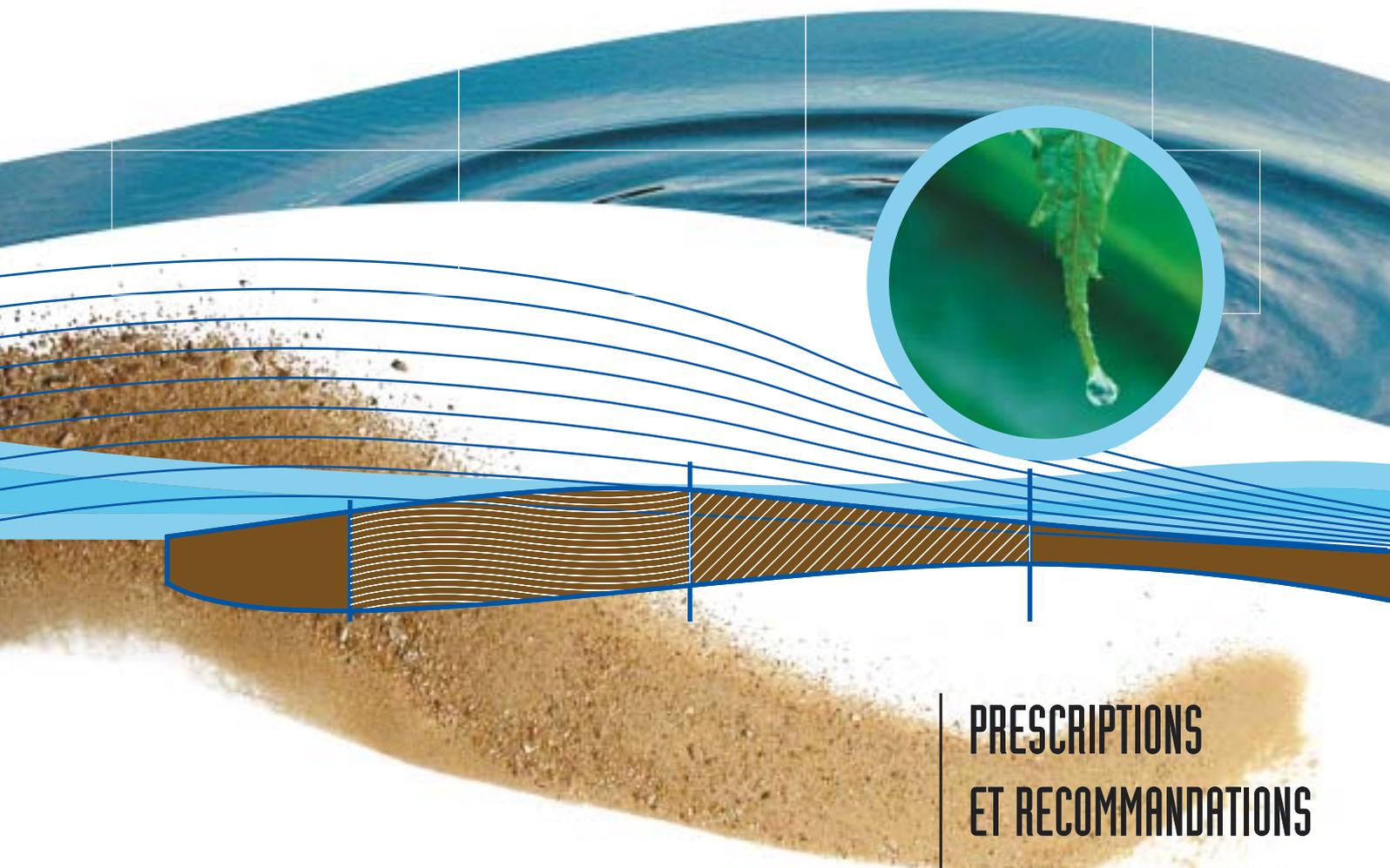


EPURATION DES EAUX USEES DOMESTIQUES PAR FILTRATION SUR SABLE



PRESCRIPTIONS
ET RECOMMANDATIONS
POUR LA CONCEPTION
ET LA REALISATION

MAI 2001

TABLE DES MATIERES



I	INTRODUCTION	5
I. 1	CONSTAT ET OBJECTIF	6
I. 2	STRUCTURE DU DOCUMENT	7
II	PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT	8
III	DOMAINE D'APPLICATION	10
III. 1	RÉSEAU D'ASSAINISSEMENT	11
III. 2	LIMITES DE CAPACITÉ DU TRAITEMENT	11
III. 3	NIVEAU D'ÉPURATION	11
IV	DIMENSIONNEMENT	12
IV. 1	PARAMÈTRES DE DIMENSIONNEMENT	13
IV. 1.1	Débits	13
IV. 1.2	Flux polluants	14
IV. 1.3	Débit de pointe	14
IV. 2	RÈGLES DE DIMENSIONNEMENT	14
V	DIFFÉRENTES FILIÈRES	15
VI	PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES	17
VI. 1	LES RACCORDEMENTS	18
VI. 2	PRÉCAUTIONS À PRENDRE PAR RAPPORT À LA PRÉSENCE D'UNE NAPPE PHRÉATIQUE	18
VI. 3	AUTOSURVEILLANCE	19
VI. 4	EAU POTABLE ET ALIMENTATION ÉLECTRIQUE	19
VI. 5	JONCTIONS ENTRE ÉQUIPEMENTS	19
VI. 6	DE LA CONCEPTION À LA RÉALISATION : LES POINTS CLÉS	20
VI. 6.1	Mémoire justificatif	20
VI. 6.2	Suivi des travaux	21
VI. 6.3	Contrôles et réception des travaux	21

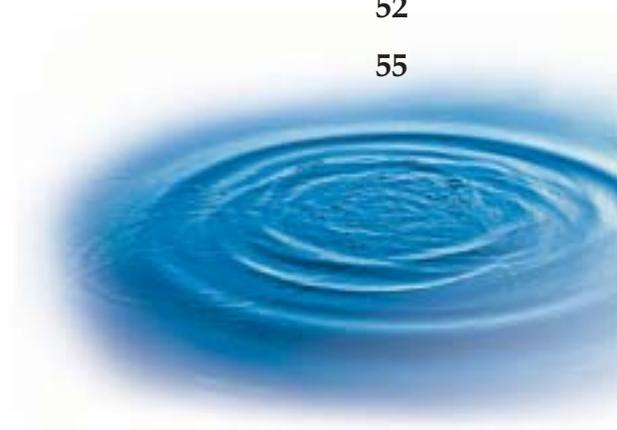


VII	PRÉCONISATIONS PAR STADE DE TRAITEMENT ET PAR ÉQUIPEMENT	22
VII. 1	DÉGRILLAGE	23
VII. 1.1	Cas 1 : alimentation gravitaire	23
VII. 1.2	Cas 2 : alimentation par un poste de relevage	23
VII. 2	ALIMENTATION	24
VII. 2.1	Cas 1 : alimentation gravitaire	24
VII. 2.2	Cas 2 : alimentation par un poste de relevage	24
VII. 3	BY-PASS EN TÊTE DU TRAITEMENT PRIMAIRE	24
VII. 4	RÉPARTITEUR DE DÉBIT À L'AMONT DU TRAITEMENT PRIMAIRE	24
VII. 5	TRAITEMENT PRIMAIRE	25
VII. 5.1	Choix du traitement primaire	25
VII. 5.2	Fosse septique toutes eaux (FSTE)	26
VII. 5.3	Décanteur-digesteur	27
VII. 6	BY-PASS MANŒVRABLE EN AMONT DU TRAITEMENT BIOLOGIQUE	28
VII. 7	PRÉFILTRE	28
VII. 8	TRAITEMENT BIOLOGIQUE	29
VII. 8.1	Principe de fonctionnement	29
VII. 8.2	Principaux éléments constitutifs	30
VII. 8.3	Dimensionnement	31
VII. 8.4	Conception et mise en œuvre	33
VII. 9	GRANULOMÉTRIE ET COMPOSITION DU SABLE UTILISÉ	35
VII. 10	GRANULOMÉTRIE DES GRAVIERS D'ENROBAGE DES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION ET DE DRAINAGE	36
VII. 11	NAPPES GÉOSYNTHÉTIQUES	36
VII. 11.1	Géotextiles	36
VII. 11.2	Géogrille	37
VII. 11.3	Géomembrane	37
VIII	CORROSION	38
IX	CONSEILS D'EXPLOITATION	40
X	GLOSSAIRE	42
XI	BIBLIOGRAPHIE	45
	ANNEXES	48

LISTE DES FIGURES

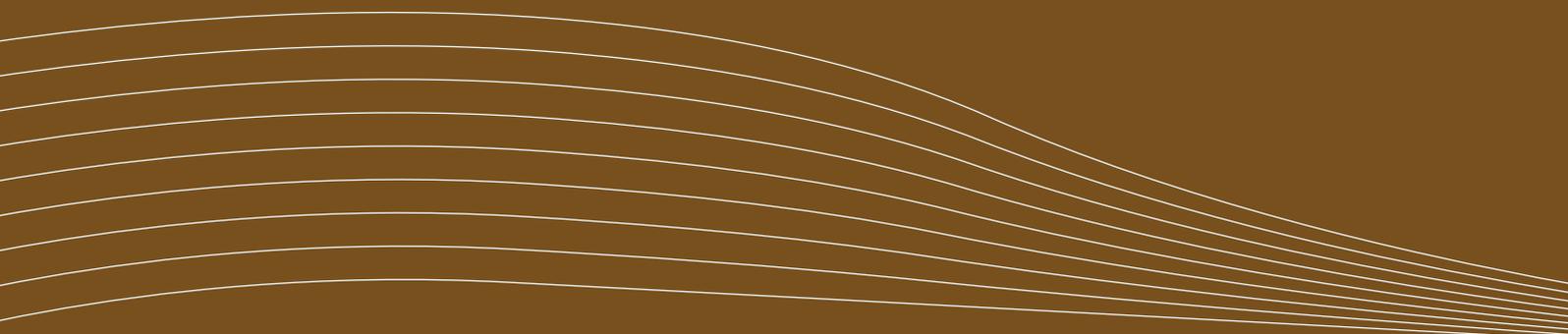
PAGES

Figure 1	Extrait de la circulaire n° 97-49 du 22 mai 1997 relatif à l'assainissement non collectif	13
Figure 2	Différents équipements possibles d'une filière de traitement par filtre à sable à chaque stade du traitement	16
Figure 3	Schéma de principe d'un système de répartition des débits	25
Figure 4	Domaines d'application de la FSTE et du décanteur-digesteur	25
Figure 5	Paramètres de dimensionnement et performances de la FSTE et du décanteur-digesteur.	26
Figure 6	Schéma de principe d'une FSTE	26
Figure 7	Schéma de principe d'un décanteur-digesteur	27
Figure 8	Alternance des phases d'alimentation et de repos d'un massif filtrant	29
Figure 9	Schéma de principe d'un casier de filtre à surface libre	30
Figure 10	Schéma de principe d'un filtre enterré	31
Figure 11	Principales configurations des réseaux de distribution des filtres enterrés	31
Figure 12	Paramètres de dimensionnement du traitement biologique	32
Figure 13	Schéma de principe d'une prise de pression	34
Figure 14	Fuseaux granulométriques : étude CEMAGREF - DTU 64.1 (août 98)	35
Figure 15	Etapes de dimensionnement d'un filtre à surface libre	50
Figure 16	Etapes de dimensionnement d'un filtre enterré	51
Figure 17	Auget basculant	52
Figure 18	Chasse pendulaire	52
Figure 19	Fuseau granulométrique	55



I Introduction

- I.1 Constat et objectif
- I.2 Structure du document



I Introduction



I.1 Constat et objectif

Une technique qui a fait ses preuves

La filtration sur sable constitue une technique assez largement répandue pour épurer les effluents des petites collectivités en raison de la faible dépense énergétique qu'elle entraîne, du peu de technicité demandée pour son entretien et de sa facilité d'intégration au site. Les performances épuratoires des filtres à sable sur le carbone, l'azote Kjeldahl (nitrification), les matières en suspension (MES) et la charge bactérienne sont reconnus. Toutefois, des dysfonctionnements hydrauliques observés sur plusieurs réalisations démontrent la nécessité de formuler des préconisations sur la conception et la réalisation de ces filières d'épuration.

**CE GUIDE CONCERNE LES FILIERES DE TRAITEMENT
PAR FILTRE A SABLE ENTERRE ET PAR FILTRE A SABLE A SURFACE LIBRE.**

Les filtres plantés de macrophytes, les filtres dits «compacts» utilisant d'autres matériaux supports que le sable, le traitement par lagunage associé à une infiltration ne font pas partie du champ d'investigation de cette étude.

Avertissement : Les prescriptions, recommandations et suggestions contenues dans ce guide sont susceptibles d'évoluer en fonction des avancées techniques, des retours d'expériences et des recherches relatives à l'épuration par filtration des eaux usées domestiques.



I.2 Structure du document

L'architecture du guide est organisée autour de deux chapitres essentiels :

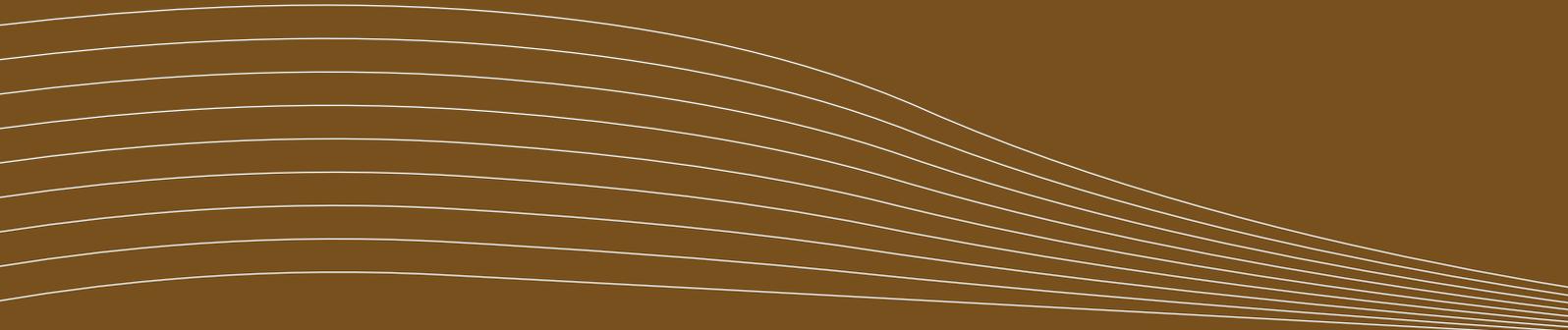
- ⊗ **Les préconisations générales ;**
- ⊗ **Les préconisations par stade de traitement et par équipement.**

Des recommandations relatives à la corrosion ainsi que des conseils d'entretien et des définitions sont fournis en fin d'ouvrage.

Tout au long du guide, les différentes préconisations sont graduées en trois niveaux :

- 🔴 Prescriptions à respecter impérativement.
- 🟡 Fortes recommandations.
- 🟢 Suggestions.

II Principe de fonctionnement



II Principe de fonctionnement



L'épuration est réalisée selon le principe de l'épuration biologique aérobie sur milieu granulaire fin sans extraction régulière du massif filtrant, des sous-produits de la dégradation de la pollution soluble.

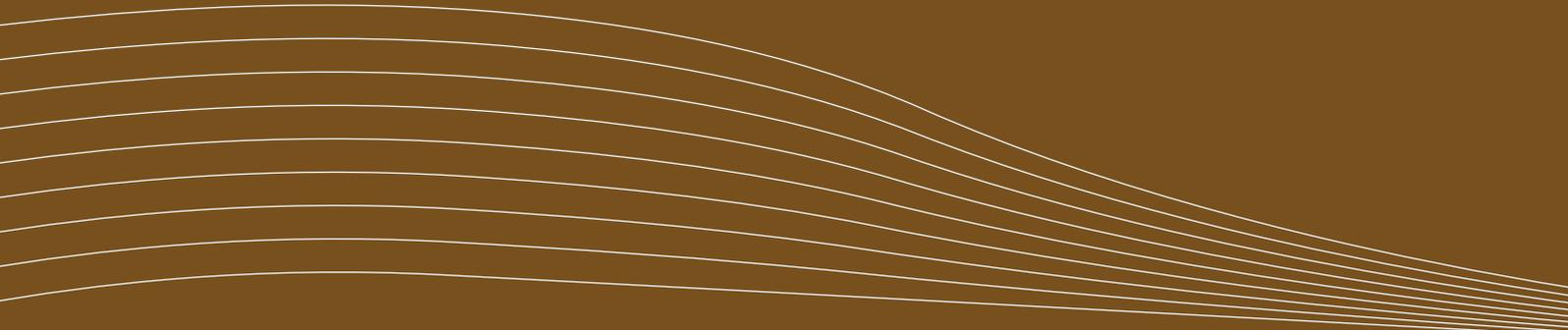
Les principes d'épuration mis en œuvre sont donc simples :

- ⊗ La décantation préalable des effluents bruts, effectuée dans un ouvrage spécifique, permet un premier abattement sur les MES ;
- ⊗ La filtration des matières en suspension résiduelles s'effectue essentiellement en surface du filtre ;
- ⊗ La dégradation de la pollution dissoute est réalisée par la biomasse présente dans le filtre ;
- ⊗ La limitation du développement de la biomasse bactérienne est obtenue par auto-oxydation au cours des phases de repos ;
- ⊗ L'oxygénation des massifs filtrants s'effectue naturellement par échange gazeux avec l'atmosphère.

La conception, la réalisation et l'entretien de la filière doivent être soignés.



III **Domaine d'application**

- III.1 Réseau d'assainissement
 - III.2 Limites de capacité du traitement
 - III.3 Niveau d'épuration
- 

III Domaine d'application



III.1 Réseau d'assainissement

🔗 Le réseau d'assainissement doit être séparatif et doit avoir subi positivement les contrôles de réception classiques : inspections par caméra, tests d'étanchéité et de compactage.

La fraction de pollution non domestique doit rester inférieure à 30 % de la capacité nominale du dispositif.

III.2 Limites de capacité du traitement

Les techniques de filtre à sable sont utilisables :

- 🔗 ⊕ Jusqu'à 400 Equivalents-Habitants (EH) pour le filtre à sable enterré (document technique FNDAE n° 22 et circulaire du 17 février 1997) ;
- 🔗 ⊕ Jusqu'à 800 EH pour le filtre à sable à surface libre (cette valeur est proche de celle donnée dans le document technique FNDAE n°22).

🔗 Toutefois, compte-tenu des difficultés rencontrées pour répartir l'effluent, on retiendra également une limite de 400 EH pour les filtres à surface libre.

III.3 Niveau d'épuration

La filtration sur sable permet d'atteindre un niveau d'épuration conforme au niveau D4 de la circulaire du 17 février 1997, soit une concentration moyenne en sortie sur 24 heures inférieure ou égale à :

- ⊕ 25 mg/L de DBO_5 ;
- ⊕ 125 mg/L de DCO.

En complément, ce type de traitement apporte une élimination quasi-totale des MES, une nitrification poussée de l'azote Kjeldahl et une réduction de la charge bactérienne, fonction de la hauteur de matériau.

Le procédé de traitement par filtration sur sable, dans sa conception classique, n'est pas adapté à :

- ⊕ La dénitrification
- ⊕ La déphosphatation des effluents.

IV Dimensionnement

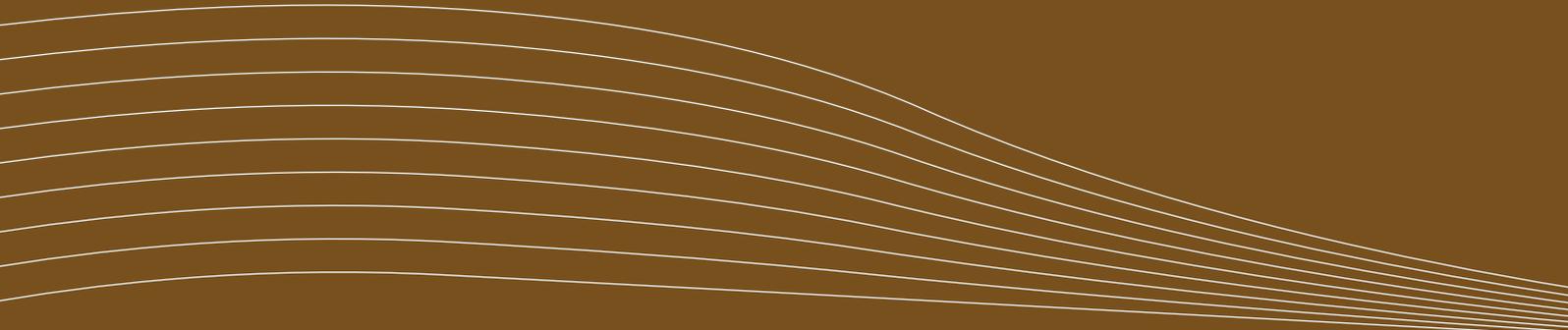
IV.1 Paramètres de dimensionnement

IV.1.1 Débits

IV.1.2 Flux polluants

IV.1.3 Débit de pointe

IV.2 Règles de dimensionnement



IV Dimensionnement



IV.1 Paramètres de dimensionnement

IV.1.1 Débits

 Le volume journalier d'effluents rejeté par un habitant est pris égal à 150 litres.

Les débits d'eaux usées domestiques engendrés par certains ensembles collectifs sont évalués dans le tableau ci-dessous.

Désignation	Coefficients correcteurs par rapport au débit de base [150 L/j/hab]	Débits [L/j/unité]
Ecole (pensionnat), caserne, maison de repos	1	150
Ecole (demi-pension), ou similaire	0,5	75
Ecole (externat), ou similaire	0,3	50
Hôpitaux, cliniques, etc.... (par lit) y compris le personnel soignant et d'exploitation	3	400 à 500
Personnel d'usine (par poste de 8 heures)	0,5	75
Personnel de bureaux, de magasin	0,5	75
Hôtel-restaurant, pension de famille (par chambre)	2	300
Hôtel, pension de famille (sans restaurant, par chambre)	1	150
Terrain de camping	0,75 à 2	115 à 300
Usager occasionnel (lieux publics)	0,05	7,5

Figure 1 : Extrait de la circulaire n° 97-49 du 22 mai 1997 relatif à l'assainissement non collectif

IV.1.2 Flux polluants

Les flux polluants par habitant à prendre en compte pour le dimensionnement sont ceux d'un Equivalent Habitant (EH) théorique défini par :

⊗ $DBO_5 : 60 \text{ g/j/EH}$

⊗ $DCO : 140 \text{ g/j/EH}$

⊗ $MES : 90 \text{ g/j/EH}$

⊗ $NTK : 15 \text{ g/j/EH}$

⊗ $Pt : 4 \text{ g/j/EH}$

Ces flux, plus élevés que ceux rejetés par un habitant, intègrent un coefficient de majoration nécessaire pour effectuer un dimensionnement sécuritaire des installations.

On prendra les mêmes coefficients correcteurs que ceux de la figure 1 pour déterminer les flux polluants provenant des petits ensembles collectifs.

IV.1.3 Débit de pointe

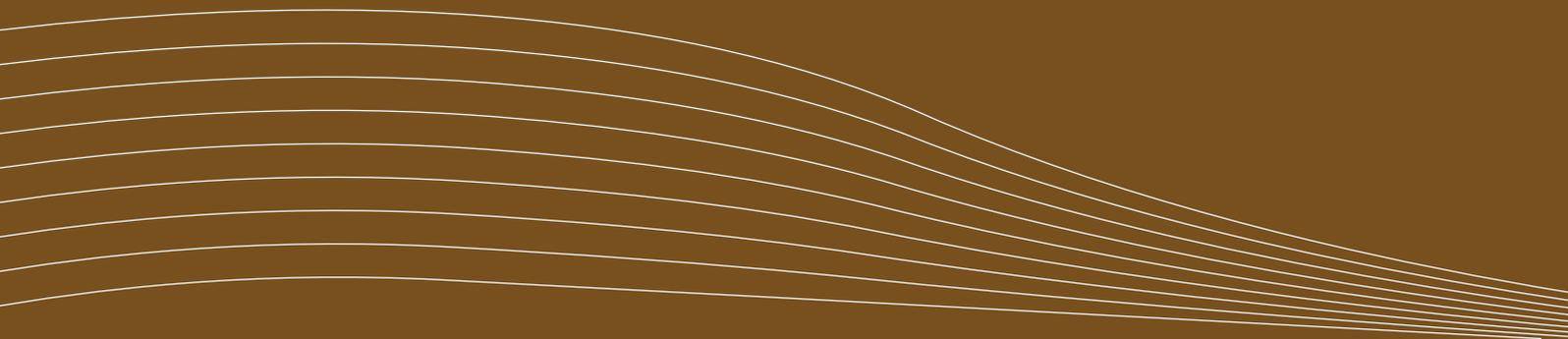
La technique d'épuration des eaux usées par filtration sur sable n'étant recommandée que jusqu'à 400 EH, le coefficient de pointe de temps sec sera pris égal à 4.

IV.2 Règles de dimensionnement

Le dimensionnement des ouvrages ne devra pas se baser uniquement sur des mesures, mais également sur une estimation théorique à partir des ratios définis au chapitre précédent.

Il faut prendre en compte la charge polluante saisonnière. Pour cela, on pourra se référer au décret du 3 juin 1994 qui base les objectifs et la programmation de l'assainissement des communes sur «la charge journalière moyenne (DBO_5) de la semaine au cours de laquelle est produite la plus forte charge de substances polluantes dans l'année».

V Différentes filières

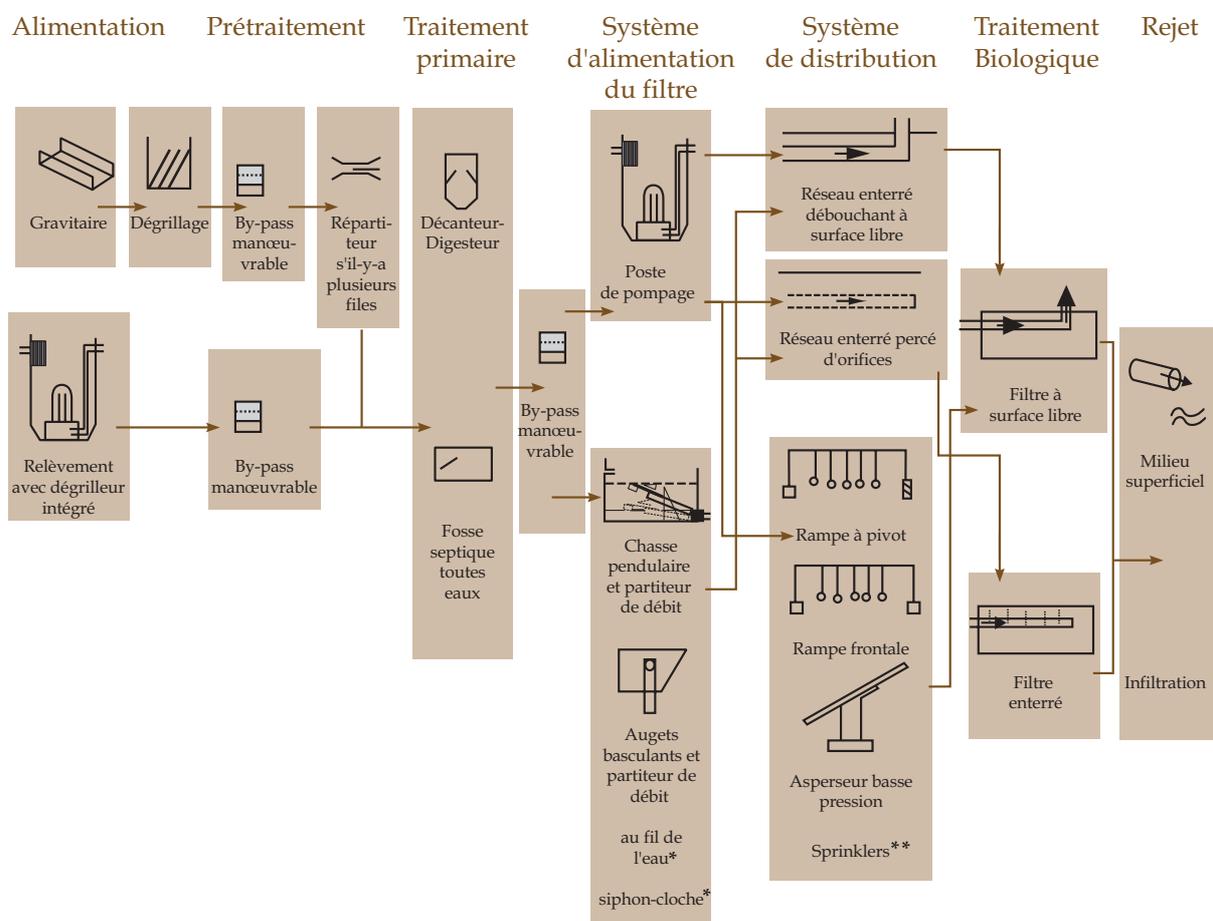


V Différentes filières



A chaque étape du traitement, différents équipements peuvent être retenus.
Chaque filière est donc à adapter en fonction du contexte et des objectifs à atteindre.

La figure ci-dessous détaille les différentes possibilités.

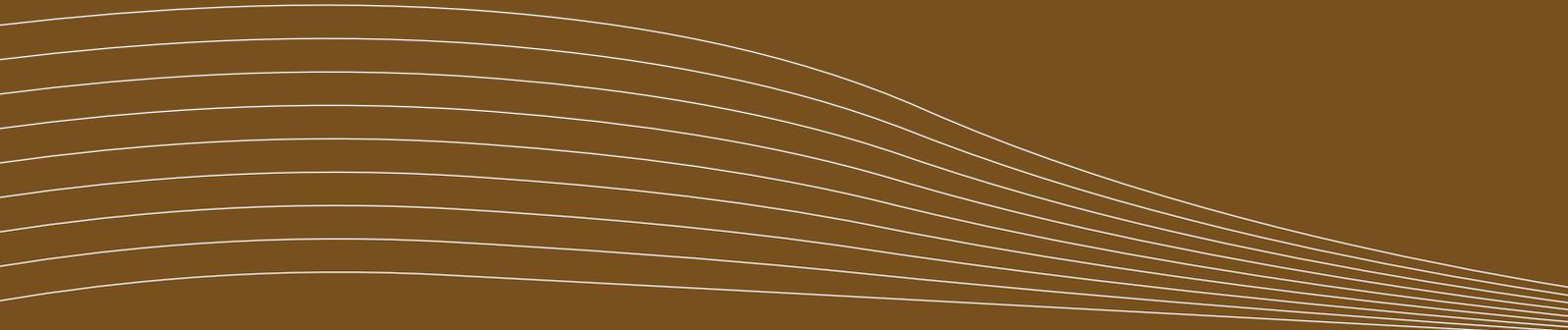


* : Ces procédés cités pour mémoire sont à proscrire.

** : Système déconseillé.

Figure 2 : Différents équipements possibles d'une filière de traitement par filtre à sable à chaque stade du traitement

VI Préconisations générales

- VI.1 Les raccordements
 - VI.2 Précautions à prendre par rapport à la présence d'une nappe phréatique
 - VI.3 Autosurveillance
 - VI.4 Eau potable et alimentation électrique
 - VI.5 Jonctions entre équipements
 - VI.6 De la conception à la réalisation : les points clés
 - VI.6.1 Mémoire justificatif
 - VI.6.2 Suivi des travaux
 - VI.6.3 Contrôles et réception des travaux
- 

VI Préconisations générales

Les préconisations données dans les chapitres ci-dessous sont spécifiques aux installations d'épuration des eaux usées domestiques par filtration sur sable. On pourra également se reporter aux trois fascicules ci-après, de portée plus générale.

- ⊗ **Fascicule n° 70** - «Cahier des clauses techniques générales applicables aux marchés publics de travaux "ouvrages d'assainissement"» - Ministère de l'équipement, du logement et des transports - (actuellement en cours de révision) **Mai 1991**.
- ⊗ **Fascicule n° 74** - «Construction des réservoirs en béton - Cahier des clauses techniques générales» - Ministère de l'équipement, du logement et des transports - **Juillet 1992**.
- ⊗ **Fascicule n° 81** - Titre II - «Conception et exécution d'installation d'épuration d'eaux usées» - Ministère de l'équipement, du logement et des transports - **Juillet 1992**.

VI.1 Les raccordements

🔧 Le raccordement d'activités générant des eaux usées non domestiques peut être toléré dans la limite indiquée au paragraphe III.1, si les conditions suivantes sont remplies :

- ⊗ **Autorisation de raccordement délivrée par le maître d'ouvrage compétent ;**
- ⊗ **Existence de prétraitements avant raccordement ;**
- ⊗ **Signature d'une convention définissant les conditions de raccordement et les modalités d'entretien des prétraitements.**

VI.2 Précautions à prendre par rapport à la présence d'une nappe phréatique

🔧 Le fond du massif d'infiltration devra toujours se situer au-dessus du plus haut niveau pouvant être atteint par la nappe phréatique.

🔧 En cas de système non étanché, l'infiltration des eaux ne devra pas provoquer, au droit du filtre, une remontée de la nappe telle qu'elle puisse atteindre le fond du massif d'infiltration.

VI.3 Autosurveillance

Les installations d'une capacité supérieure à 200 EH sont soumises aux prescriptions de l'arrêté du 21 juin 1996 qui prévoit (article 26), pour les installations recevant une pollution inférieure à 1000 EH, une mesure annuelle en sortie de station, sur un échantillon moyen journalier.

Les paramètres à mesurer sont **pH, débit, DBO₅, DCO, et MES**. En conséquence et dans le but de rendre possible la mesure du débit et le prélèvement d'échantillons représentatifs en sortie du système d'épuration :

- 🔧 Ⓜ Pour un rejet dans le milieu superficiel, les filtres sont étanchés en totalité ;
- 🔧 Ⓜ Pour un rejet par infiltration et sous réserve de l'accord de la Police de l'Eau, les filtres peuvent n'être étanchés qu'en partie.

VI.4 Eau potable et alimentation électrique

- 🔧 Pour des raisons d'hygiène et de facilité d'exploitation, la station est munie d'un point d'eau.
- 🔧 Un local est prévu pour :
 - Ⓜ Abriter le point d'eau ;
 - Ⓜ Permettre le stockage de petits matériels ;
 - Ⓜ Abriter les armoires électriques.
- 🔧 S'il n'y a pas de local, les armoires électriques doivent être étanches et le point d'eau mis hors gel.

VI.5 Jonctions entre équipements

- 🔧 Des jonctions souples doivent être prévues au niveau des raccords entre les canalisations et les ouvrages.

VI.6 De la conception à la réalisation : les points clés



VI.6.1 Mémoire justificatif

Les justificatifs à fournir par le candidat pour la remise de l'offre sont listés dans le tableau ci-dessous :

Justificatifs à fournir	Contenu
<ul style="list-style-type: none"> 🔗 Une note de présentation du projet. 	
<ul style="list-style-type: none"> 🔗 Un plan détaillé et coté des ouvrages. 	<ul style="list-style-type: none"> 🔗 Au minimum : Profil hydraulique, vues en plan, coupes transversales.
<ul style="list-style-type: none"> 🔗 Les caractéristiques des matériaux et leur provenance. 	<ul style="list-style-type: none"> 🔗 Notamment : <ul style="list-style-type: none"> ⊗ Pour le sable : le fuseau granulométrique, le d_{10}, le Coefficient d'Uniformité (CU), la teneur en calcaire, la teneur en argile, la teneur en fines (% de particules dont le diamètre est inférieur à 80 μm), le coefficient de perméabilité (K en m/s) ; ⊗ Pour les graviers : la granulométrie, la teneur en fines ; ⊗ Pour les géotextiles : la résistance à la traction, l'allongement à l'effort maximum, la permittivité, l'ouverture de filtration (cf. DTU 64-1) ; ⊗ Pour les géogrilles, la résistance à la traction, la maille ; ⊗ Pour les géomembranes : l'épaisseur ou la résistance.
<ul style="list-style-type: none"> 🔗 La liste des différents équipements et ouvrages : leur marque, leur notice, leurs caractéristiques, leurs conditions d'entretien et de mise en œuvre. 	<ul style="list-style-type: none"> 🔗 En particulier : <ul style="list-style-type: none"> ⊗ Pour les paniers dégrilleurs des postes de pompage : les conditions de relevage et de nettoyage ; ⊗ Pour les ouvrages de traitement primaire : la production de boues, le taux de remplissage à partir duquel la vidange doit être effectuée, les conditions de reprise des boues. ⊗ Pour le préfiltre : la fréquence et les modalités de nettoyage, la nature du matériau, les indicateurs de colmatage. ⊗ Pour tous les équipements et ouvrages : l'adéquation de leurs caractéristiques au projet et le respect des contraintes de pose et d'emploi.
<ul style="list-style-type: none"> 🔗 Une note de calcul de dimensionnement de la(les) fosse(s) septique(s) toutes eaux ou du(des) décanteur(s)-digesteur(s). 	
<ul style="list-style-type: none"> 🔗 Une note de calcul de dimensionnement de l'étage biologique. 	<ul style="list-style-type: none"> 🔗 En particulier, elle doit préciser (en plus des paramètres classiques de dimensionnement) : Nombre d'EH, débit de pointe,... la conception des : <ul style="list-style-type: none"> ⊗ Système d'alimentation : <ul style="list-style-type: none"> - volume et durée de la bâchée ; nombre de bâchées par surface unitaire par jour en période d'alimentation. ⊗ Système de distribution : <ul style="list-style-type: none"> - Dans le cas d'un filtre enterré, le dimensionnement du réseau de répartition de l'effluent sera fourni avec les hypothèses de calcul retenues. On précisera notamment : <ul style="list-style-type: none"> • le diamètre, l'espacement, l'orientation des orifices ; • la pression du réseau et les tolérances admises ; • l'espacement des rampes, le diamètre des rampes et du porte-rampe ; • le linéaire et le volume du réseau ; • le ratio du volume de la bâchée sur le volume du réseau qu'elle alimente. - Dans le cas d'un filtre à surface libre, on précisera : <ul style="list-style-type: none"> • le débit moyen de la bâchée à l'aval du système de distribution. - Filtre à sable : <ul style="list-style-type: none"> • surface par EH ; • rythme d'alimentation des massifs filtrants ; - Dans le cas d'un filtre à surface libre : <ul style="list-style-type: none"> • surface d'un casier ; • surface desservie par point de distribution.

VI.6.2 Suivi des travaux

 Le titulaire fournit des échantillons de sable. A la réception du sable et avant de donner son accord pour la mise en œuvre, le maître d'œuvre :

- ⊗ Vérifie sur la base du bordereau de livraison les caractéristiques du sable ;
- ⊗ Réalise des analyses pour déterminer : la granulométrie, le d_{10} , le coefficient d'uniformité (CU), la teneur en calcaire, la teneur en argile, la teneur en fines, le coefficient de perméabilité.

 Avant d'effectuer les analyses complètes de laboratoire, les méthodes décrites en annexe 3 permettent une évaluation rapide du coefficient de perméabilité et de la teneur en fines.

 Le maître d'œuvre vérifie les conditions de pose et d'emploi des ouvrages de prétraitement en les comparant aux indications des notices des constructeurs : profondeur d'enfouissement, conditions de vidange...

VI.6.3 Contrôles et réception des travaux

 Dans le cas d'un filtre enterré, avant recouvrement du réseau, le maître d'ouvrage ou son représentant réalise des tests d'équirépartition de l'effluent et de pression en bout de rampes.

 **Il vérifie :**

- ⊗ Les conditions de relevage et de nettoyage des paniers ;
- ⊗ Les débits de vidange des ouvrages stockant l'eau décantée (pompes, auget, ...) et les conditions de fonctionnement des ouvrages d'alimentation des filtres ;
- ⊗ La possibilité de prélèvements et de mesures de débit en sortie.

 **Le titulaire fournit :**

- ⊗ Les plans de récolement ;
- ⊗ Un manuel d'exploitation ;
- ⊗ Le dossier des caractéristiques de chaque équipement accompagné des documents constructeurs et de leur notice d'entretien.

VII

Préconisations

par stade de traitement et par équipement

- VII. 1 **Dégrillage**
 - VII. 1.1 Cas 1 : alimentation gravitaire
 - VII. 1.2 Cas 2 : alimentation par un poste de relevage
- VII. 2 **Alimentation**
 - VII. 2.1 Cas 1 : alimentation gravitaire
 - VII. 2.2 Cas 2 : alimentation par un poste de relevage
- VII. 3 **By-pass en tête du traitement primaire**
- VII. 4 **Répartiteur de débit à l'amont du traitement primaire**
- VII. 5 **Traitement primaire**
 - VII. 5.1 Choix du traitement primaire
 - VII. 5.2 Fosse septique toutes eaux (FSTE)
 - VII. 5.3 Décanteur-digesteur
- VII. 6 **By-pass manœuvrable en amont du traitement biologique**
- VII. 7 **Préfiltre**
- VII. 8 **Traitement biologique**
 - VII. 8.1 Principe de fonctionnement
 - VII. 8.2 Principaux éléments constitutifs
 - VII. 8.3 Dimensionnement
 - VII. 8.4 Conception et mise en œuvre
- VII. 9 **Granulométrie et composition du sable utilisé**
- VII. 10 **Granulométrie des graviers d'enrobage des réseaux de distribution et de drainage**
- VII. 11 **Nappes géosynthétiques**
 - VII. 11.1 Géotextiles
 - VII. 11.2 Géogrille
 - VII. 11.3 Géomembrane

VII Préconisations

par stade de traitement et par équipement



VII.1 Dégrillage

🔧 Le dégrillage des effluents est obligatoire à partir de 200 EH (article 22 de l'arrêté du 21 juin 1996).

🔧 Sa généralisation à toutes les stations est fortement recommandée.

VII.1.1 Cas 1 : alimentation gravitaire

Dans le cas d'une alimentation au fil de l'eau, le dégrillage s'effectue sur le canal d'alimentation.

🔧 L'entrefer doit être de 3 à 5 cm. Cet espacement correspond à un compromis entre efficacité et fréquence d'entretien.

🔧 L'angle de la grille par rapport au sol sera de 45 à 60°, la face large des barreaux étant face au courant.

🔧 Les éléments suivants seront prévus :

- ⊗ Une dérivation en cas de colmatage du dégrilleur ;
- ⊗ Un outil de raclage (type râtelier) adapté à la largeur et à l'entrefer de la grille ;
- ⊗ Un bac d'égouttage et de stockage des déchets.



Dégrilleur statique

VII.1.2 Cas 2 : alimentation par un poste de relevage

Dans ce cas, un panier-dégrilleur est prévu au niveau de l'arrivée des effluents dans le poste.

🔧 Il doit être relevable et posséder un entrefer de 3 à 5 cm.

Les barreaux de fond seront espacés de 1 cm. Un bac d'égouttage et de stockage des déchets sera prévu et son accès ainsi que celui au poste devront être aisés.

VII.2 Alimentation

VII.2.1 Cas 1 : alimentation gravitaire

🔧 L'alimentation gravitaire s'effectue par un dispositif permettant la connaissance du débit entrant par mesure de la hauteur d'eau.

VII.2.2 Cas 2 : alimentation par un poste de relevage

🔧 Des compteurs horaires sont mis en place.

🔧 Le débit des pompes devra être compatible avec la vitesse ascensionnelle maximale acceptable au niveau du traitement primaire (cf. chapitre VII.5).

🔧 Le poste est équipé de deux pompes au fonctionnement alternatif, chacune étant dimensionnée sur le débit de pointe.

🔧 Un regard de tranquillisation est placé entre les pompes et le traitement primaire

🔧 Une ventilation efficace est nécessaire pour éviter l'accumulation d'hydrogène sulfuré (H_2S).

🔧 Le radier du poste sera profilé pour favoriser la reprise des dépôts.



Poste de relèvement

VII.3 By-pass en tête du traitement primaire

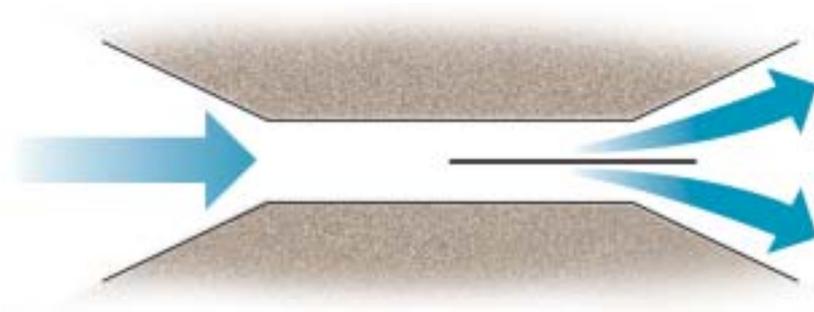
🔧 Un by-pass manoeuvrable permettra de contourner l'ensemble des traitements en cas de problème.

VII.4 Répartiteur de débit à l'amont du traitement primaire

🔧 Un répartiteur doit être prévu s'il y a plusieurs files à alimenter.

S'il existe un poste de relèvement, c'est ce poste qui fera office de répartiteur. Sinon, il est possible

d'envisager la séparation du canal d'alimentation en plusieurs canaux, après mise en vitesse de l'effluent au moyen d'un canal Venturi, conformément au dispositif ci-après :



Répartiteur de débits

Figure 3 : Schéma de principe d'un système de répartition des débits

VII.5 Traitement primaire

Le traitement primaire a pour objectif d'éviter le colmatage du filtre en retenant les MES.

Il est réalisé par décantation dans une fosse septique toutes eaux (FSTE) ou dans un décanteur-digesteur.

 Les systèmes fonctionnant par tamisage sont proscrits.

VII.5.1 Choix du traitement primaire

 En se basant sur l'article 14 de l'arrêté du 6 mai 1996 relatif à l'assainissement non-collectif, les décanteurs-digesteurs sont également à proscrire pour l'assainissement collectif des flux de pollution inférieur à 1,8 kg de DBO₅ par jour, soit 30 EH. Au-delà de 150 EH, un traitement primaire par décanteur-digesteur est plus satisfaisant que la mise en place de plusieurs FSTE en parallèle.

En fonction du projet, les deux figures suivantes permettent de sélectionner le traitement primaire le mieux adapté :

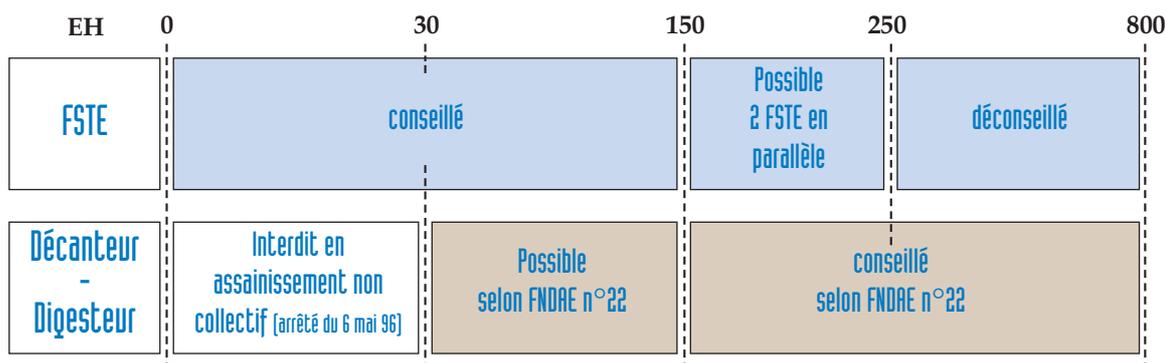


Figure 4 : Domaines d'application de la FSTE et du décanteur-digesteur

Termes de comparaison		FSTE	Décanteur-digesteur
Temps de séjour de l'eau		🕒 2,5 à 3 jours	🕒 2 heures dans le décanteur
Vitesse ascensionnelle		🕒 ≤ 1 m/h	
Rendements épuratoires	DBO ₅	30 à 50 %	environ 35 %
	MES	50 à 70 %	environ 50 %
Septicité des effluents		Effluent septique	Effluent non septique
Boues		Digérées	
Espacement des vidanges		🕒 2 à 4 ans	🕒 6 à 12 mois dans le digesteur

Figure 5 : Paramètres de dimensionnement et performances de la FSTE et du décanteur-digesteur

VII. 5.2 Fosse septique toutes eaux (FSTE)

Principe de fonctionnement

La FSTE a pour fonctions :

- 🕒 La rétention des matières en suspension de l'effluent brut ;
- 🕒 La digestion anaérobie des boues décantées.

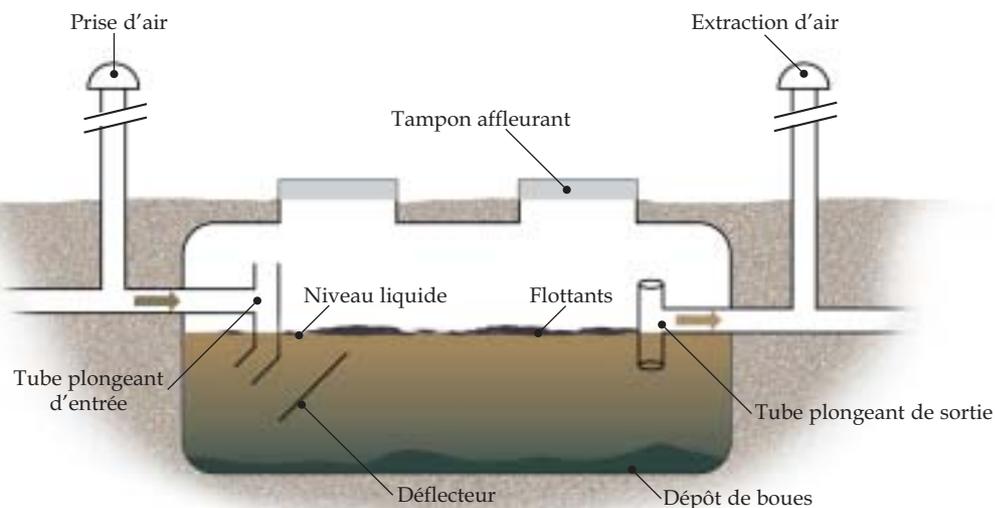


Figure 6 : Schéma de principe d'une FSTE

Dimensionnement

Les deux paramètres de dimensionnement essentiels sont :

- 🕒 Le temps de séjour : il doit être compris entre 2,5 et 3 jours.
- 🕒 La vitesse ascensionnelle : elle doit rester inférieure ou égale à 1 m/h en pointe.

Un exemple de dimensionnement est fourni en annexe 1. Il montre que la FSTE peut recevoir des surcharges hydrauliques momentanées d'autant plus importantes que sa section horizontale est grande.

Conception et mise en œuvre

- 🔧 En alimentation gravitaire, la pente des tuyaux d'amenée sera comprise **entre 2 et 4 %**.
- 🔧 Les ouvrages multiples doivent être disposés en parallèle et non en série.
- 🔧 La FSTE ne sera pas cloisonnée. Quel que soit le type de matériau la constituant, la FSTE doit être ventilée (prise d'air en amont, extraction d'air en aval). Elle comportera un tube plongeant d'entrée, une cloison siphonide ou un tube plongeant en sortie, deux tampons d'accès affleurants et étanches aux eaux de ruissellement et à l'air, 🌀 des déflecteurs.
- 🔧 La FSTE doit être facilement accessible pour les véhicules de vidange.

Les FSTE d'une capacité inférieure à 50 EH font l'objet d'une norme NF EN 12566-1

«Petites installations de traitement des eaux usées jusqu'à 50 Population Totale Equivalente (PTE) - partie 1 : fosses septiques préfabriquées» (mars 2000).

VII. 5.3 Décanteur-digester

Principe de fonctionnement

Le décanteur-digester a pour fonction la rétention des matières en suspension de l'effluent brut et la digestion anaérobie des boues décantées. Il comporte deux compartiments superposés.

- 🔗 Un décanteur ;
- 🔗 Un compartiment de stockage-digestion anaérobie des boues retenues.

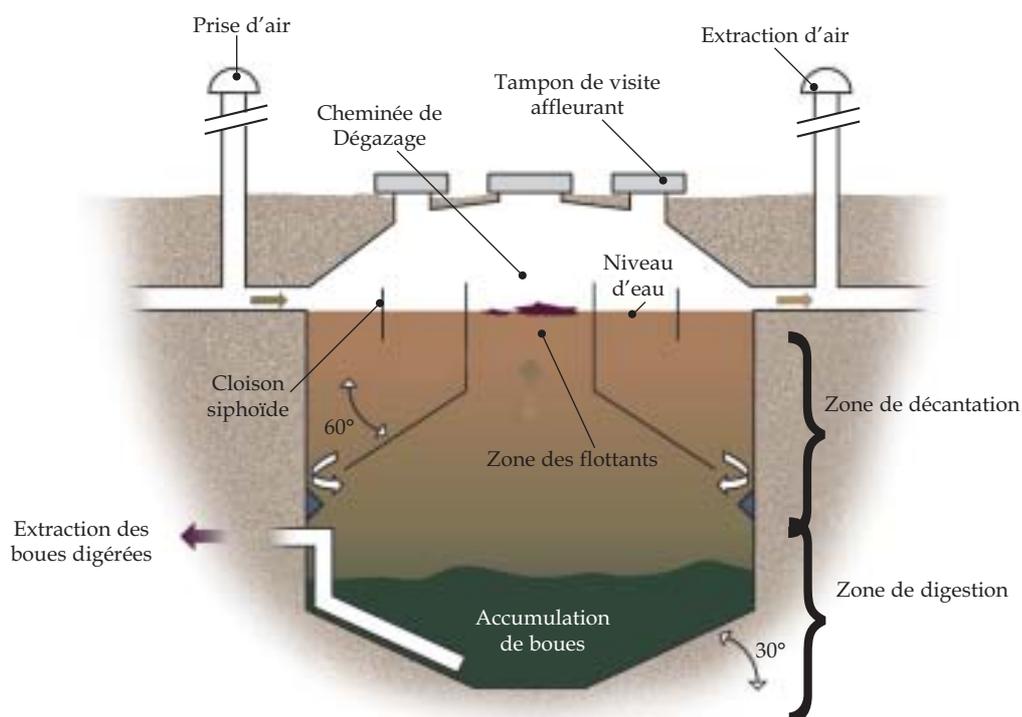


Figure 7 : Schéma de principe d'un décanteur-digester

Dimensionnement

Les paramètres à prendre en compte pour le dimensionnement sont :

Pour le décanteur :

- 🔧 Ⓜ La hauteur cylindrique de décantation est supérieure ou égale à 2 m ;
- 🔧 Ⓜ La vitesse ascensionnelle doit rester inférieure ou égale à 1 m/h en pointe.

Ces deux conditions entraînent un temps de séjour minimum de 2 heures en pointe.

Un exemple de dimensionnement est fourni en annexe 1.

Pour le digesteur :

- 🔧 Ⓜ Le volume utile doit permettre un stockage des boues sur 6 à 12 mois, selon leur destination. Il sera déterminé sur la base d'une production de boue de 180 L/EH/an. On augmentera le volume de digestion ainsi calculé de 20 L/EH/an pour l'accumulation des flottants.

Conception et mise en œuvre

- 🔧 En alimentation gravitaire, la pente des tuyaux d'amenée sera comprise entre 2 et 4 %.
- 🔧 Les ouvrages multiples sont disposés en parallèle et non en série. Quel que soit le type de matériau le constituant, le décanteur-digesteur doit être ventilé (prise d'air en amont, extraction d'air en aval). Le décanteur-digesteur comporte plusieurs tampons d'accès affleurants et étanches aux eaux de ruissellement et à l'air. 🗑 Le décanteur-digesteur doit être facilement accessible pour les véhicules de vidange. En sortie du décanteur, l'effluent sera accompagné, sans chute, jusqu'à l'ouvrage suivant.

VII.6 By-pass manœuvrable en amont du traitement biologique

- 🔧 Un by-pass manœuvrable permettra de ne pas alimenter le traitement en cas de problème.

VII.7 Préfiltre

- 🌿 Le préfiltre ne se justifie que sur les filtres à sable enterrés et préférentiellement à l'aval des FSTE.
- 🔧 Le préfiltre sera conçu pour être nettoyé sans départ de boues vers le filtre à sable. On définira les fréquences d'entretien.
- 🗑 Le préfiltre doit être muni d'un indicateur de colmatage.

VII.8 Traitement biologique

VII.8.1 Principe de fonctionnement

On distingue la phase d'alimentation qui est constituée de plusieurs bûchées suivant le type de filtre à sable et la phase de repos qui permet au massif filtrant de se régénérer

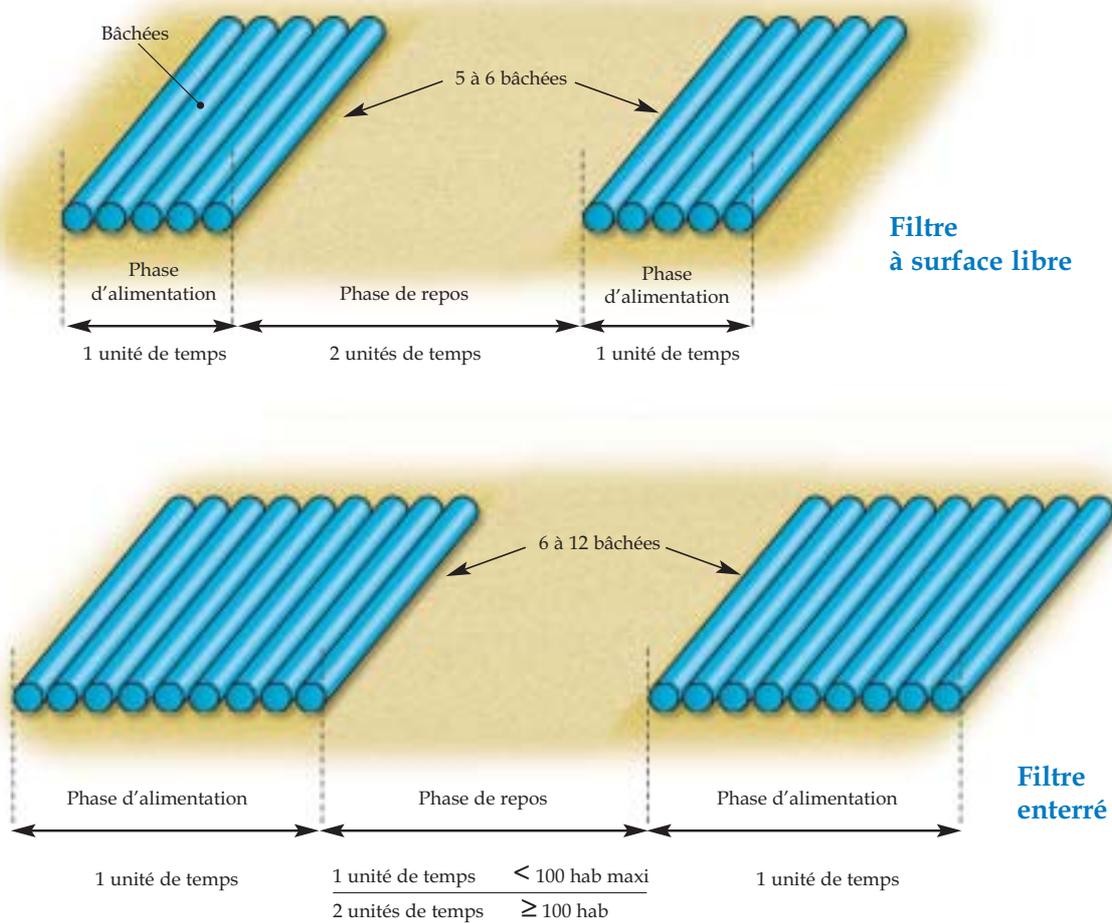


Figure 8 : Alternance des phases d'alimentation et de repos d'un massif filtrant

VII.8.2 Principaux éléments constitutifs

Le traitement biologique comprend, de l'amont vers l'aval :

- ⊗ Le système d'alimentation : il a pour fonction d'alimenter le système de distribution des effluents ;
- ⊗ Le système de distribution : il a pour fonction de répartir l'effluent sur les surfaces d'infiltration ;

Ces deux systèmes assurent à chaque apport une répartition homogène de l'effluent sur l'ensemble de la surface unitaire à irriguer ;

- ⊗ Le filtre à sable : les effluents percolent et subissent une biofiltration à travers le massif de sable ;
- ⊗ Le système d'évacuation : selon les cas, l'effluent traité est récupéré par un réseau de drainage ou infiltré directement sous le massif.



Filtre à surface libre

Cas du filtre à surface libre

La zone d'infiltration est à surface libre.

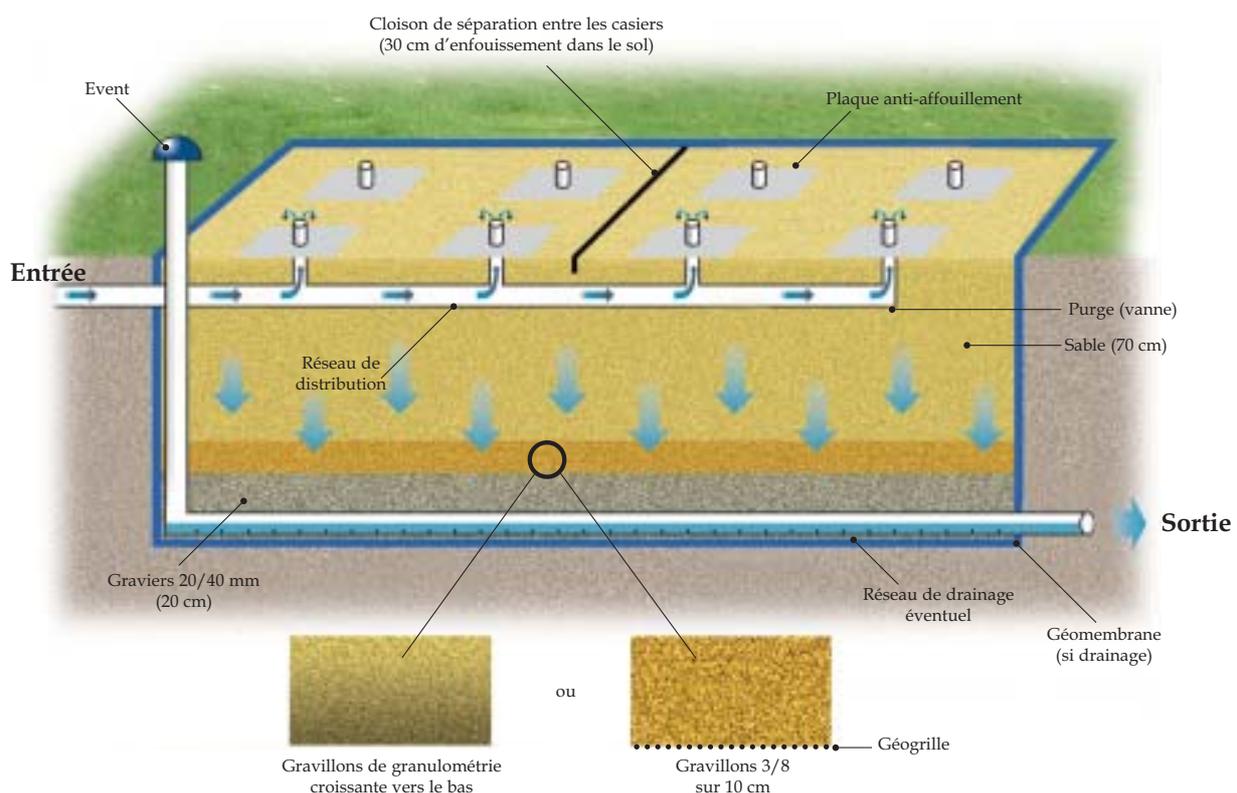


Figure 9 : Schéma de principe d'un casier de filtre à surface libre

Cas du filtre enterré

La zone d'infiltration est à surface libre.

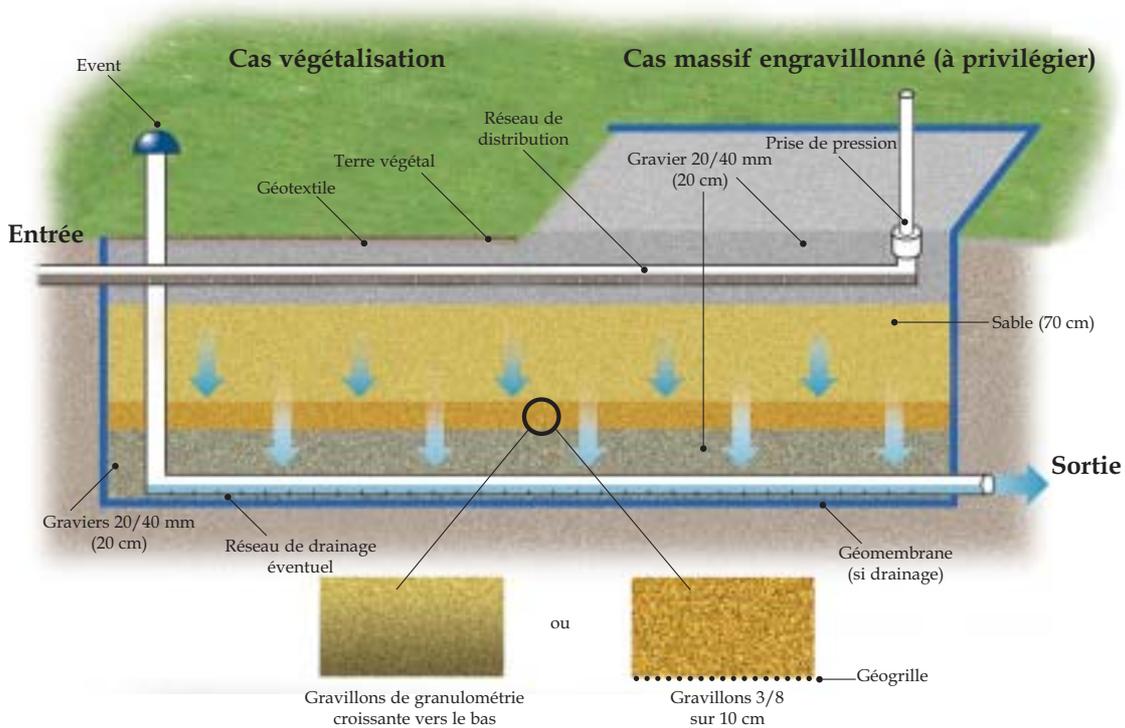


Figure 10 : Schéma de principe d'un filtre enterré

VII. 8.3 Dimensionnement

2 types de configuration d'alimentation sont principalement rencontrés par les filtres enterrés :

- ⊗ Alimentation en antenne
- ⊗ Alimentation en râteau

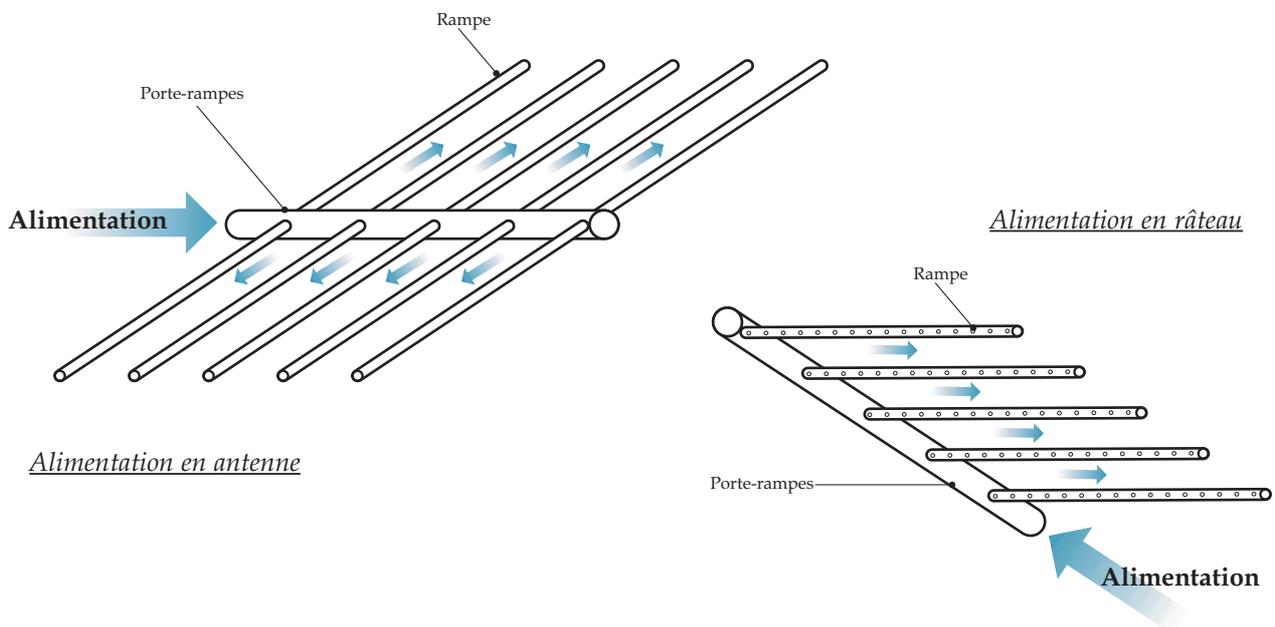


Figure 11 : Principales configurations des réseaux de distribution des filtres enterrés

Paramètres de dimensionnement

Les règles de base de dimensionnement sont données dans le tableau ci-dessous.

Paramètre	Filtre à surface libre	Filtre enterré
Charge hydraulique surfacique à appliquer sur l'ensemble du filtre en moyenne annuelle	100 L/m ² /jour soit 10 cm/jour	50 L/m ² /jour soit 5 cm/jour
Surface de filtre par EH (déduite du paramètre précédent)	1,5 m ² /EH	3 m ² /EH
Rythme d'alimentation des massifs filtrants	Phase de repos double de la phase d'alimentation	Phase de repos égale à la phase d'alimentation si la capacité du filtre est inférieure à 100 EH ; double si elle est supérieure
Charge hydraulique surfacique journalière à appliquer sur un massif filtrant (déduite des paramètres précédents)	300 L/m ² /jour en période d'alimentation, soit 30 cm/jour	100 L/m ² /jour si la capacité du filtre est inférieure à 100 EH ; 150 L/m ² /jour si elle est supérieure
Nombre de bûchées par surface unitaire par jour d'alimentation	5 à 6	6 à 12
Débit moyen de la bûchée par mètre carré de surface à irriguer, à la sortie du système de distribution	Supérieur ou égal à 1 m ³ /h/m ² de surface à irriguer	
Surface maximale d'un casier	100 m ² (pour des raisons d'exploitation)	
Surface maximale desservie par point d'alimentation	50 m ²	
Espace entre les rampes de distribution		1 m environ
Espacement des orifices		1 m environ
Diamètre des orifices des rampes de distribution		6 à 10 mm
Variation maximale de débit		Le long du porte-rampe : 10 % Le long d'une rampe de distribution : 10 %
Pression en bout de rampe de distribution		Supérieure à 0,3 m si la capacité est inférieure à 100 EH De 0,6 à 1,5 m si la capacité est supérieure à 100 EH
Volume d'une bûchée		Au moins supérieur à 3 fois le volume du réseau alimenté

Figure 12 : Paramètres de dimensionnement du traitement biologique

(les bases du dimensionnement des réseaux enterrés sont données pour des rampes de même diamètre, des orifices identiques et régulièrement espacés).

Etapes de dimensionnement

Deux organigrammes représentant l'arborescence des étapes du dimensionnement sont présentés à titre d'illustration en annexe 2.

VII. 8.4 Conception et mise en œuvre

Le système d'alimentation

⊗ Prescriptions et recommandations générales

🔧 Des dispositifs de comptage permettant d'évaluer les débits et volumes injectés seront prévus.

🔧 Si la capacité est supérieure à 100 EH, on retiendra préférentiellement une alimentation par poste de pompage.

🔧 **Une ventilation des ouvrages est nécessaire pour évacuer les gaz de fermentation.**

⊗ Les augets basculants

Les augets basculants sont des dispositifs mobiles autour d'un axe, la rotation de l'ensemble étant provoquée par le déplacement du centre de gravité lors du remplissage par l'effluent. Une illustration est donnée en annexe 3.

🔧 Le volume d'un auget sera limité à 300 L.

⊗ Les chasses pendulaires

La chasse pendulaire comporte une cuve munie d'une vidange basse dont l'ouverture est commandée par un tube mobile. L'une des extrémités du tube, fixe, est reliée à l'orifice de vidange par un manchon souple. L'autre extrémité, mobile, munie d'un flotteur, peut évoluer entre deux butées correspondant au volume à vidanger. Une illustration est donnée en annexe 3.

⊗ Les pompes

Le poste de relevage devra être conçu conformément aux prescriptions du fascicule 81 - titre 1er.

🔧 Le poste devra être équipé de deux pompes au fonctionnement alternatif. Le débit de pompage devra être le plus indépendant possible de la variation du niveau d'eau dans la bêche de pompage.

🔧 Le radier du poste sera profilé pour empêcher l'accumulation des dépôts.

Le système de distribution

⊗ Distribution pour les filtres à surface libre

🔧 Les tuyaux de distribution doivent être recouverts, principalement en raison de leur vieillissement accéléré sous l'effet des UV (PVC), des difficultés qu'ils engendrent pour l'entretien des filtres et des problèmes liés au gel.

🔧 Les dispositifs de distribution par sprinklers sont à éviter, notamment en raison de la formation d'aérosols, des émanations d'odeurs, des problèmes de tenue des axes, et des risques de colmatage des orifices.



Auget basculant



Chasse pendulaire

🔧 Des dispositifs anti-afouillement amovibles tels que des plaques résistantes à l'érosion ou des gabions seront prévus au niveau des points de distribution.

🔧 Le réseau alimentant les points de distribution sera équipé d'une purge antigel.

🔗 Distribution pour les filtres enterrés

🔧 On dotera le réseau de prises de pression aux extrémités des rampes et du porte-rampes.

🔧 La pression de service prévue sera vérifiée à la réception de l'ouvrage. Elle sera régulièrement suivie en tant qu'indicateur de fonctionnement hydraulique de l'installation.



Prise de pression

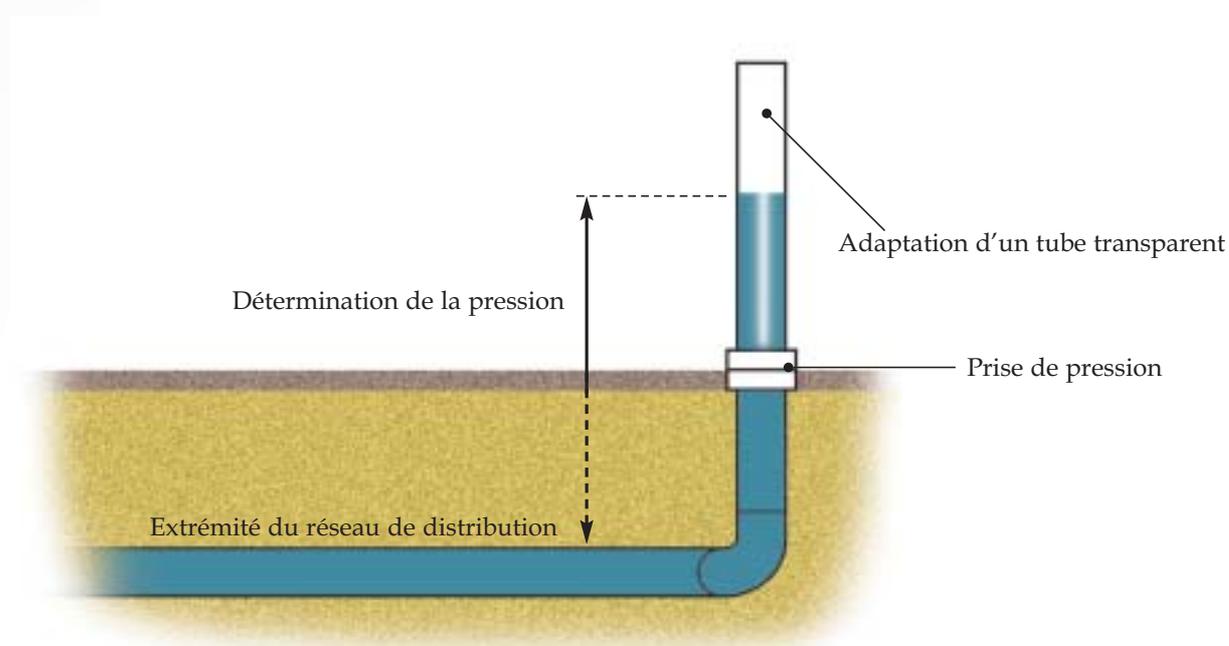


Figure 13 : Schéma de principe d'une prise de pression

🔧 L'utilisation de drains routiers, agricoles, ou de type assainissement non collectif est proscrite pour répartir l'effluent.

Le filtre à sable

🔗 Prescriptions et recommandations générales

🔧 On prendra des précautions de pose de façon à éviter le tassement du sable. En particulier, on veillera à ce que les engins de travaux ne roulent pas sur les filtres.

🔧 L'épaisseur de sable est de 70 cm.

🔧 Les véhicules d'entretien doivent pouvoir accéder aux abords des filtres.

🔍 Le filtre à surface libre

🔧 Les cloisons de délimitation des casiers seront enfouies sur une profondeur d'environ 30 cm. Elles doivent être en matériaux rigides et résistants aux UV.

🔍 Le filtre enterré

🔧 Les orifices du réseau d'alimentation seront tournés vers le bas, ce qui permet de purger facilement le réseau entre les bâchées.

🔧 On privilégiera la mise en place de caillasse au-dessus du réseau, sans terre végétale en surface (pas de tonte, adventices réduites, aération améliorée).

Le système de drainage

🔧 Des drains de type assainissement non collectif seront utilisés pour collecter l'effluent traité. Les orifices seront tournés vers le bas. On reliera l'extrémité des drains à l'atmosphère par des évents.

VII.9 Granulométrie et composition du sable utilisé

🔧 Les sables roulés de rivière et les sables de gravière sont préférables aux matériaux de carrière.

🔧 Les sables de dune trop fins sont à exclure.

🔧 La composition du sable doit être essentiellement siliceuse. Les fuseaux granulométriques présentés ci-dessous constituent la référence en matière de granulométrie :

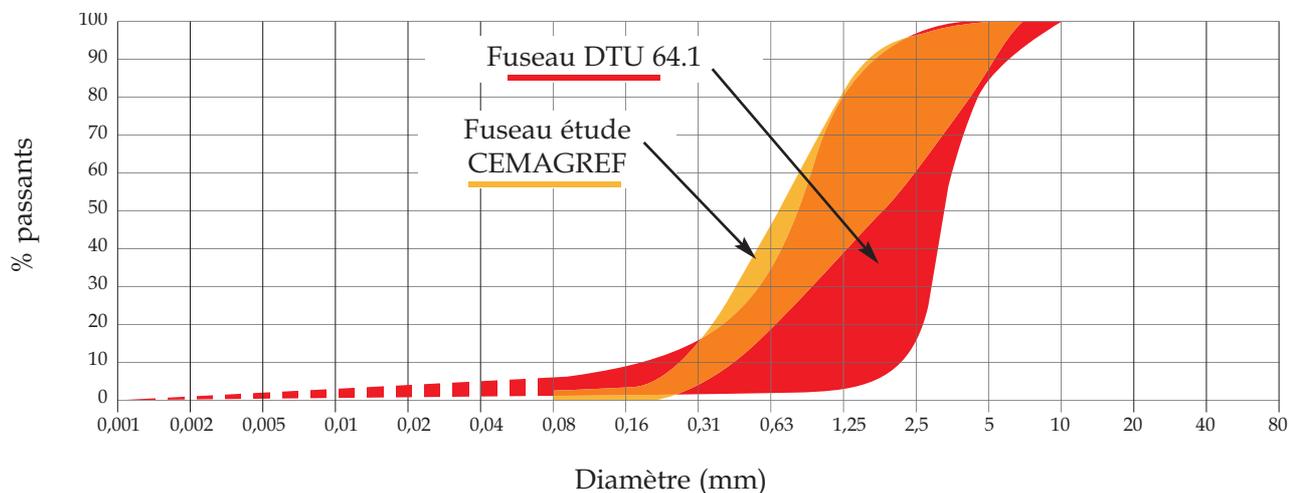


Figure 14 : Fuseaux granulométriques : étude CEMAGREF - Etude DTU 64.1 (août 98)

🔑 On retiendra les valeurs suivantes pour la granulométrie :

Paramètre	Fuseau DTU 64.1	Fuseau étude CEMAGREF
d_{10}	$0,18 \text{ mm} < d_{10} < 2 \text{ mm}$	$0,25 \text{ mm} < d_{10} < 0,40 \text{ mm}$
Coefficient d'Uniformité (CU)	$1 < \text{CU} < 18,5$	$3 < \text{CU} < 6$
Teneur en fines (% en masse des particules de diamètre inférieur à $80 \mu\text{m}$)	Eviter les fines $< 80 \mu\text{m}$	Si $0,25 < d_{10} < 0,30 \text{ mm}$: 2,5 % Si $0,30 < d_{10} < 0,40 \text{ mm}$: 3 %
Teneur en calcaire	Sable non calcaire	Inférieure à 4 %

VII.10 Granulométrie des graviers d'enrobage des réseaux de distribution et de drainage

🔑 Conformément au DTU 64-1, on utilisera pour enrober les réseaux de distribution et de drainage des graviers lavés, de granulométrie comprise entre 20 et 40 mm.

VII.11 Nappes géosynthétiques

VII.11.1 Géotextiles

🔑 La mise en place de géotextiles sous le sable, au-dessus de la couche drainante de gravier, est à proscrire. Si le filtre enterré est engazonné, un géotextile sera placé entre la terre et les graviers d'enrobage du réseau de distribution (cf. Figure 10, page 31).

Les principales caractéristiques du géotextile seront (DTU 64-1) :

Caractéristiques	Valeurs
Résistance à la traction	$\geq 12 \text{ kN/m}$
Allongement à l'effort maximum	$\geq 30 \%$
Perméabilité	$\geq 0,05 \text{ s}^{-1}$
Ouverture de filtration	$\leq 125 \mu\text{m}$

VII.11.2 Géogridde

🔧 La géogridde sera placée entre le sable et les graviers calibrés disposés en fond de filtre (cf. Figures 9 et 10). Les caractéristiques requises dans le DTU 64-1 d'août 1998 sont :

⊗ Résistance à la traction = 6 kN/m ;

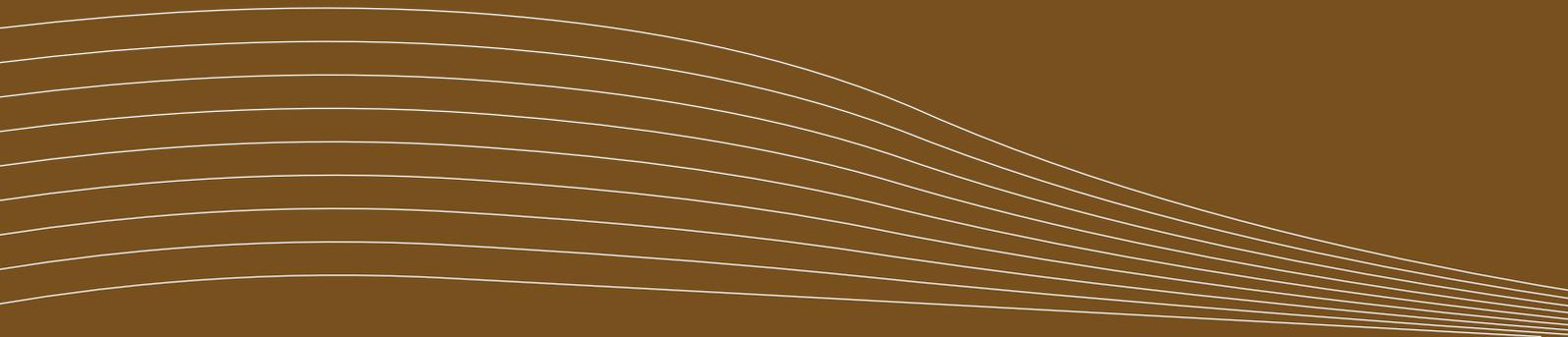
Maille de 1 mm.

On posera une couche intermédiaire d'une dizaine de centimètres de graviers fins (de granulométrie adaptée à la maille de la géogridde, par exemple 3/8 mm). On peut éviter une géogridde en disposant entre le sable et le gravier drainant des matériaux de granulométries intermédiaires.

VII.11.3 Géomembrane

🔧 La géomembrane sera placée sous la couche de graviers enrobant les drains. Elle aura une épaisseur d'au moins 200 µm ou une résistance au moins équivalente à celle d'une telle membrane.

VIII Corrosion



VIII Corrosion

🔧 Tous les ouvrages seront obligatoirement réalisés avec un matériau ayant une tenue appropriée à la corrosion (matériaux composites polyester/fibres de verre par exemple). Si ce n'est pas le cas, l'intérieur de l'ouvrage sera recouvert d'un revêtement protecteur.

🌿 Toutes les parties métalliques non immergées, boulonnerie comprise, seront en inox 316 L.

Concernant la protection des ouvrages métalliques, on pourra se référer à la norme XP P 16-441 «Débourbeur, séparateur de liquides légers et appareil combiné métallique» (mai 1998).

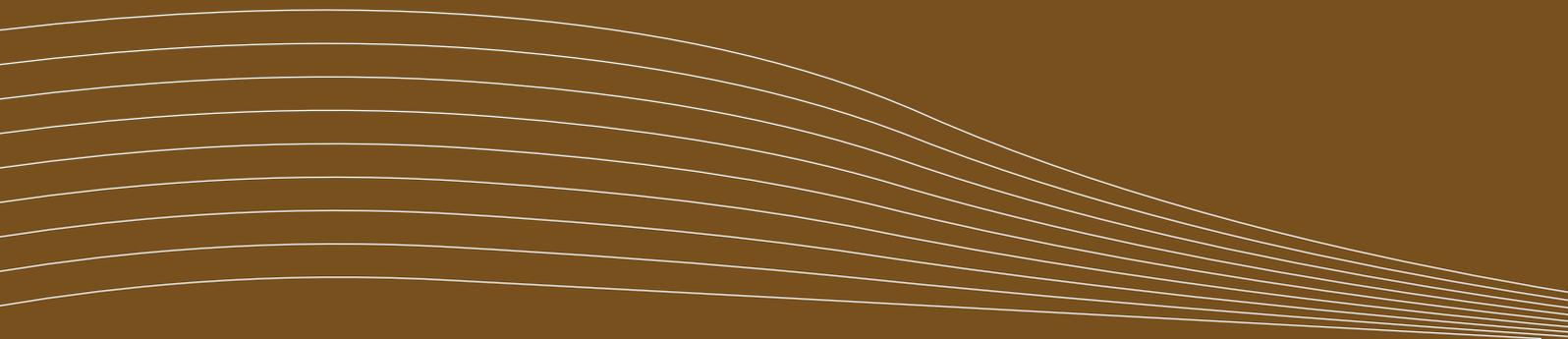
Concernant la protection des ouvrages en béton, on pourra se référer à la norme P 18-011 «Classification des environnements agressifs» (juin 1992).

Pour avoir des précisions sur la composition des ciments préconisés par cette norme, on se référera à la norme XP P 15-319 «Liants hydrauliques - Ciments pour travaux en eaux à haute teneur en sulfates» (septembre 1995).



Exemple de corrosion

IX **Conseils d'exploitation**



IX Conseils d'exploitation

Comme toute station d'épuration, une installation de type filtre à sable doit faire l'objet d'une surveillance et d'un entretien régulier. Les observations et les interventions devront être enregistrées dans le cahier de bord de la station.

Compte tenu du rythme d'alternance à adopter pour l'alimentation entre les massifs filtrants, un passage hebdomadaire est nécessaire. Une liste des principales opérations de contrôle est fournie en annexe VI.

Outre les recommandations du constructeur, consignées dans le cahier d'exploitation, les principales opérations d'entretien concernent :

Les dispositifs de prétraitement, d'alimentation et de distribution :

- Curage des sédiments éventuellement présents dans le poste de pompage ;
- Nettoyage du dispositif d'alimentation, et purge du réseau de distribution.

Le traitement primaire :

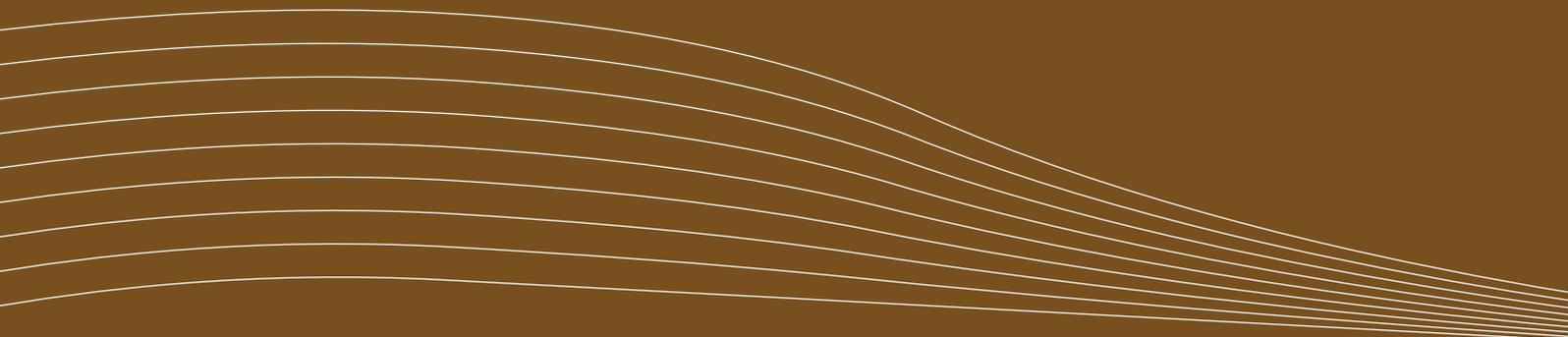
- Nettoyage ou remplacement de la pouzzolane du préfiltre ;
- Vidange du décanteur-digesteur (1 à 2 fois par an) ;
- Vidange de la FSTE (tous les 2 à 4 ans).

Les filtres :

- Retirer la végétation (filtres à surface libre) ;
- Tondre les filtres enterrés engazonnés ;
- Scarifier et enlever le dépôt de surface et égaliser pour obtenir une surface plane et horizontale (filtres à surface libre).

X

GLOSSAIRE



X GLOSSAIRE



Affouillement : processus d'érosion observé autour du point d'alimentation sur un massif filtrant.

Bâchée : volume d'eau déversé séquentiellement lors d'une phase d'alimentation.

By-pass : canalisation permettant de court-circuiter un ouvrage.

Casier : portion de massif filtrant d'un filtre à surface libre délimitée par des cloisons.
Le casier est alimenté en totalité lors d'une bâchée par un ou plusieurs points d'injection.

Cloison siphonide : paroi permettant de retenir à la surface d'un ouvrage, les flottants et les liquides plus légers que l'eau.

Coefficient de perméabilité (K) : Coefficient (exprimé en m/s) normalisé qui traduit la plus ou moins grande capacité d'infiltration des eaux dans un matériau filtrant.

CU : Coefficient d'Uniformité : c'est le rapport d_{60}/d_{10} (cf. annexe 5).

d_{10} : diamètre laissant passer 10 % de la masse d'un sable, en mm (cf. annexe 5).

d_{60} : diamètre laissant passer 60 % de la masse de sable, en mm (cf. annexe 5).

Eaux usées domestiques : eaux ménagères et eaux vannes provenant d'immeubles d'habitation.

Eaux ménagères : eaux usées provenant des éviers, baignoires, lavabos, machines à laver...

Eaux vannes : eaux usées provenant des toilettes.

EH : Equivalent-Habitant : unité de mesure théorique de la quantité de pollution apportée par un habitant en une journée.

Event : conduit d'aération d'un ouvrage hydraulique.

Filtre à sable : ensemble des massifs filtrants.

Fines : particules dont le diamètre est inférieur à 80 μm .



FSTE : Fosse Septique Toutes Eaux.

Géosynthétique : on regroupe sous la dénomination de géosynthétique des nappes en matériaux polymères destinées à être enfouies pour étancher ou empêcher le mélange de deux couches de granulats. Cette dénomination regroupe les géogrilles, les géomembranes et les géotextiles.

Géogrille : grille synthétique perméable.

Géomembrane : membrane synthétique imperméable.

Géotextile : textile synthétique perméable.

Massif filtrant : ensemble de la surface irriguée lors d'une phase d'alimentation.

Permittivité : la permittivité est une caractéristique hydraulique des géotextiles. Elle relie le flux qui traverse perpendiculairement le géotextile à la perte de charge de l'écoulement.

Porte-rampes : Branche principale du réseau de distribution de l'effluent dans les filtres enterrés sur laquelle sont raccordées des rampes perforées.

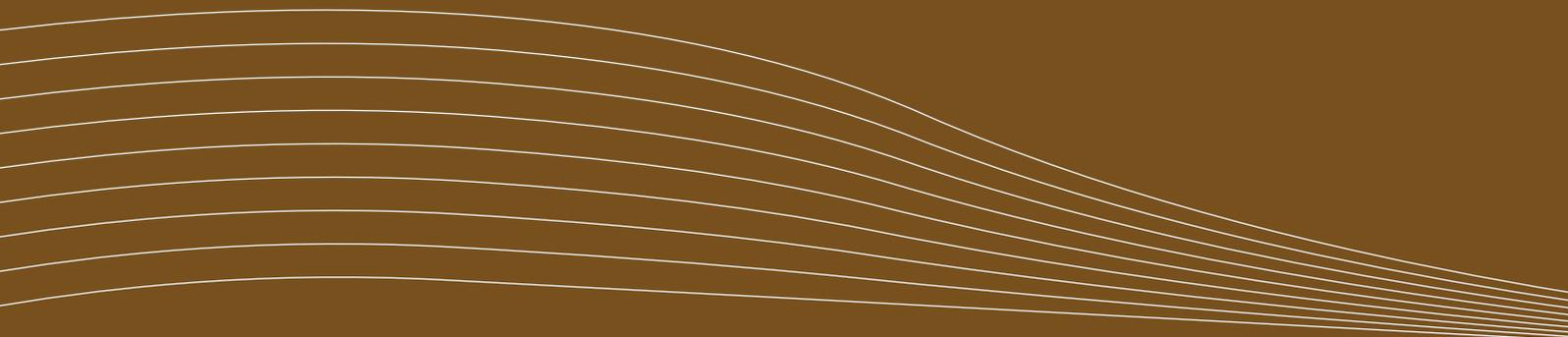
Rampe : Canalisations munies d'orifices assurant l'équirépartition de l'effluent dans un filtre à sable enterré.

Septique : se dit d'un effluent dont le potentiel d'oxydoréduction est fortement négatif.

Surface unitaire : surface alimentée en eau lors d'une bûchée. Dans le cas d'un filtre à surface libre, elle peut être constituée d'un ou plusieurs casiers.

Taux de raccordement : ratio entre le nombre d'habitations raccordées au réseau d'assainissement et le nombre d'habitations desservies par ce réseau.

XI BIBLIOGRAPHIE



XI Bibliographie



1. Assainissement autonome - Eaux usées - Eaux pluviales - Eléments pour un bilan technico-économique - Ministère de l'urbanisme, du logement, des transports - STU - mai 1985

2. Choice of the sand for secondary wastewater sand filters (SWSF) - CEMAGREF - A. Liénard - H. Guellaf - C. Boutin - 1st World Water Congress of IWA - Paris 3, 7 juillet 2000

3. Choix de sable pour les lits d'infiltration percolation - Numéro spécial «ingéniéries EAT» A. Liénard - H. Guellaf - C. Boutin - année 2000 p. 59 à 66 (traduction française de l'ouvrage précédent)

4. Épandage souterrain collectif : État de la pratique - AESN - Centre de recherche et d'essais appliqués aux techniques de l'eau - février 1993

5. Épandages souterrains et filtres enterrés - Guide technique de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie - X. Hombourger - J. Lesavre - F. Fievet - Septembre 1998

6. Épuration des eaux usées urbaines par infiltration percolation : État de l'art et études de cas - Étude inter agences n° 9 - Ministère de l'environnement - 1993

7. Études préliminaires à l'implantation des dispositifs d'épuration par infiltration-percolation - Étude inter agences n° 7 - Ministère de l'environnement - 1991

8. Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités - Document technique FNDAE n° 22 - FNDAE - CSTB - CEMAGREF - 1998

9. Guide des procédés épuratoires intensifs proposés aux petites collectivités - Agences de l'Eau - C. Thiery - V. Hebert - J. Lesavre - Décembre 1998

10. Les massifs de sable dans les filières «cultures fixées sur supports fins» - CEMAGREF LYON - Hichame GUELLAF



11. Les massifs de sable dans les filières « cultures fixées sur supports fins » : caractérisation granulométrique, hydraulique et minéralogique - extrait d'un rapport CEMAGREF de septembre 1999 - Document de formation professionnelle de l'OIE - 2000

12. Conception des stations d'épuration pour petites collectivités
- Document de formation professionnelle de l'OIE - 1996

13. Manuel du conducteur de station d'épuration - principes de l'épuration des eaux usées
- ARSATESE- AESN - CNFPT -1998

14. Prescriptions techniques minimales relatives aux ouvrages d'assainissement collectif
- Circulaire n° 97-31 du 17 février 1997 relative à l'assainissement collectif de communes
- Ouvrages de capacité inférieure à 120 kg DBO₅/jour (2 000 EH)
- B.O.M.E.L.T.T., p. 29, 10 mai 1997

ANNEXES

I	Exemples de dimensionnement du traitement primaire
II	Exemples de dimensionnement du traitement biologique
III	Illustrations
IV	Essais d'identification des sables
V	Visualisation de d_{10} , d_{60} et CU sur un fuseau granulométrique
VI	Visites et contrôles

Exemples de dimensionnement du traitement primaire



1. Exemple de dimensionnement d'une FSTE de 100 EH

Débit moyen journalier = $100 \text{ hab} \times 150 \text{ L/hab/j} = 15\,000 \text{ L/j} = 15 \text{ m}^3/\text{j}$ soit $0,625 \text{ m}^3/\text{h}$.

Débit de pointe horaire de temps sec = $0,625 \times \text{coefficient de pointe} = 0,625 \times 4 = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$.

Volume utile (pour un temps de séjour de 3 jours) = 45 m^3 .

En prenant une hauteur mouillée de 2 m pour la FSTE :

Surface utile = $22,5 \text{ m}^2$.

Vitesse ascensionnelle = $2,5 / 22,5 = 0,11 \text{ m/h}$ ($< 1 \text{ m/h}$ vitesse ascensionnelle maximum).

2. Exemple de dimensionnement d'un décanteur-digester de 100 EH

Dimensionnement du décanteur :

Débit moyen journalier = $100 \text{ hab} \times 150 \text{ L/hab/j} = 15 \text{ m}^3/\text{j}$ soit $0,625 \text{ m}^3/\text{h}$.

Débit de pointe horaire de temps sec = $0,625 \times \text{coefficient de pointe} = 0,625 \times 4 = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$,

soit pour un temps de séjour de 2 heures sur le débit de pointe, un volume de décanteur de 5 m^3 .

Pour une vitesse ascensionnelle maximum de 1 m/h , et pour une hauteur de décantation de 2 m, le décanteur aura une surface minimum de $2,5 \text{ m}^2$.

Dimensionnement du digesteur

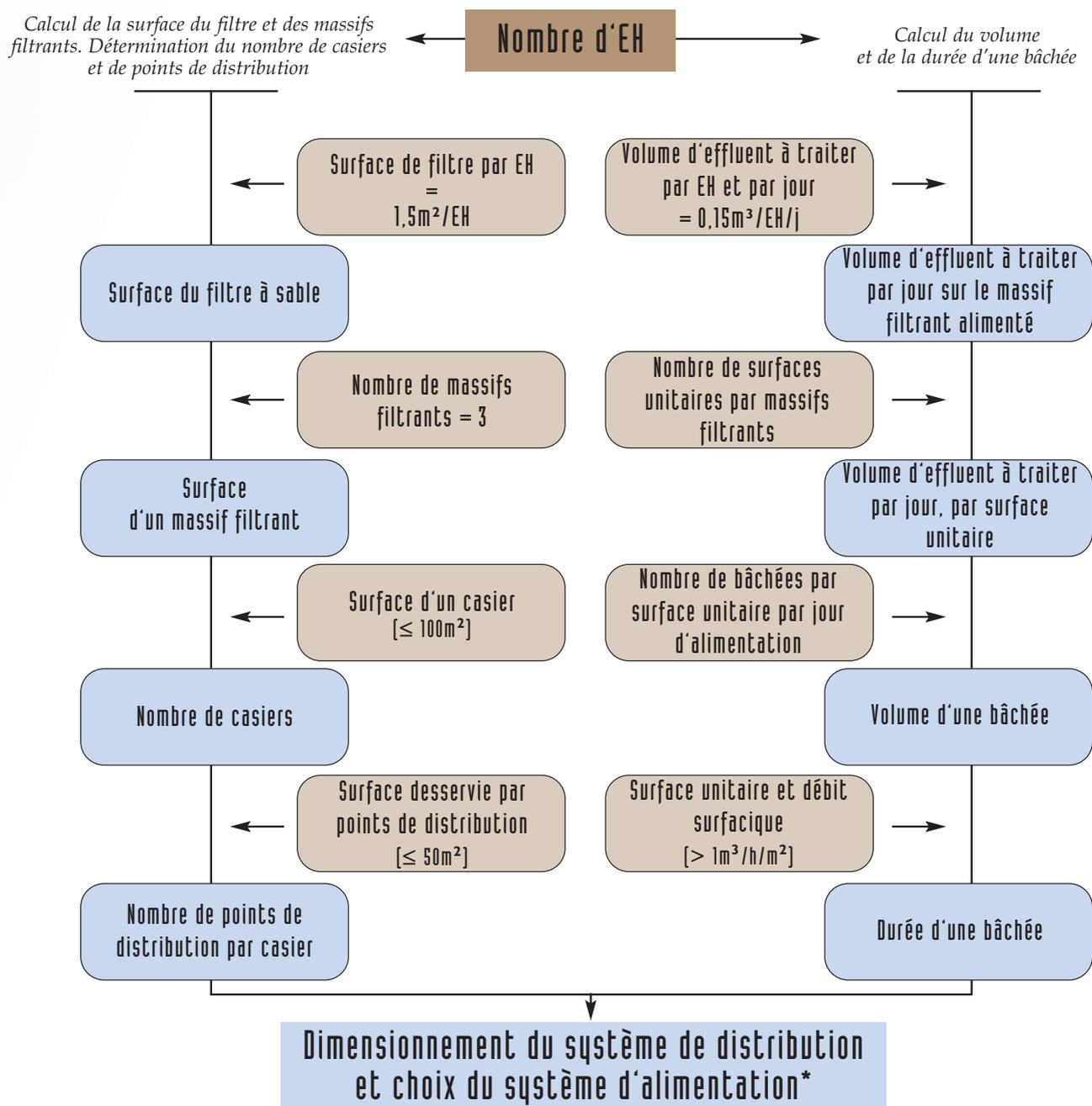
Par Equivalent-Habitant (pour une extraction annuelle des boues) : $180 \text{ L} + 20 \text{ L (flottants)} = 200 \text{ L}$.

Le volume total du digesteur est donc de $100 \times 200 = 20\,000 \text{ L} = 20 \text{ m}^3$.

Le volume total du décanteur-digester est donc de 25 m^3 .

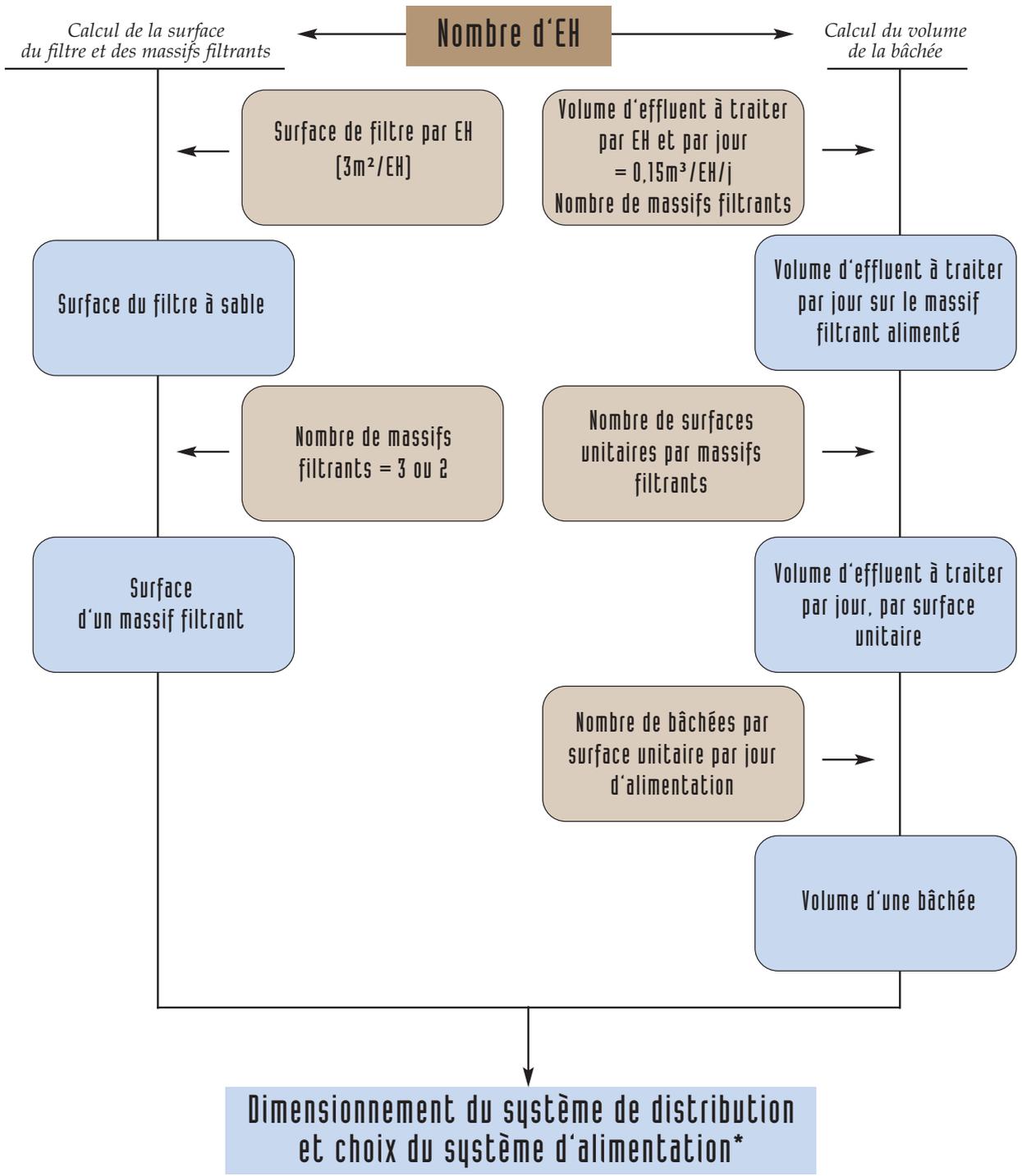
ANNEXE II

Etapes de dimensionnement du traitement biologique



* On trouvera des méthodes de dimensionnement des réseaux enterrés dans le guide «Epanchages souterrains et filtres enterrés - AESN - septembre 1998»

Figure 15 : Etapes de dimensionnement d'un filtre à surface libre



* On trouvera des méthodes de dimensionnement des réseaux enterrés dans le guide «Epanchages souterrains et filtres enterrés – AESN – septembre 1998»

Figure 16 : Etapes de dimensionnement d'un filtre enterré

Illustrations

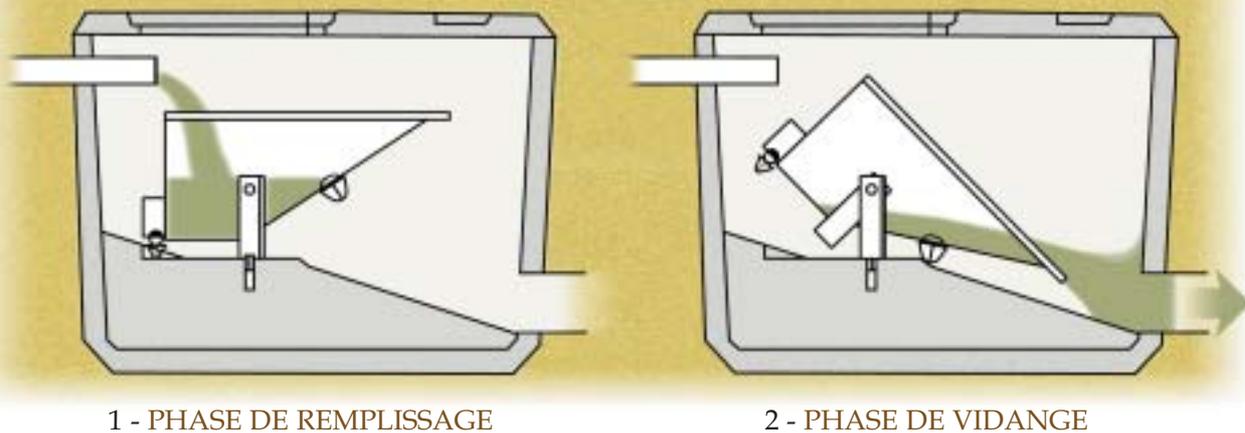


Figure 17 : Auget basculant

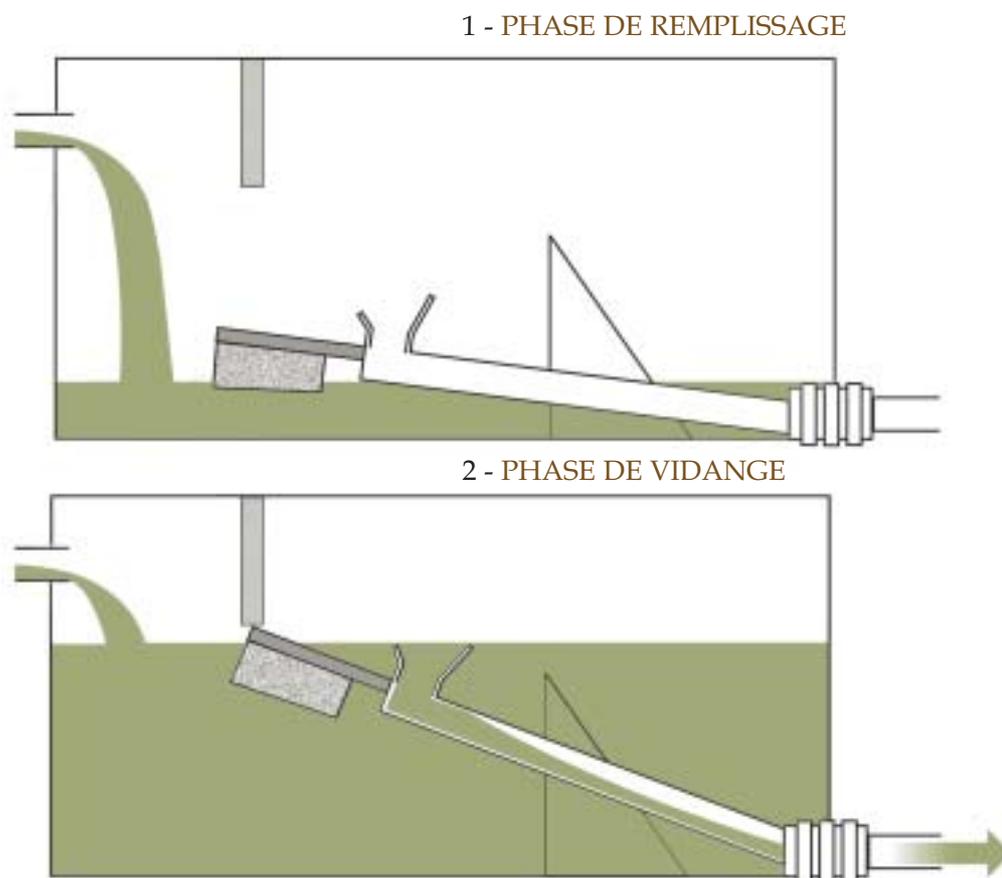


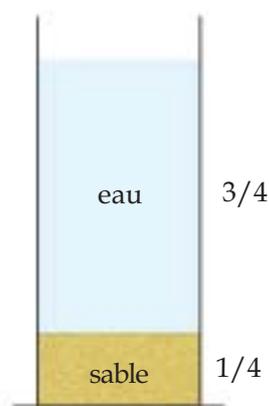
Figure 18 : Chasse pendulaire



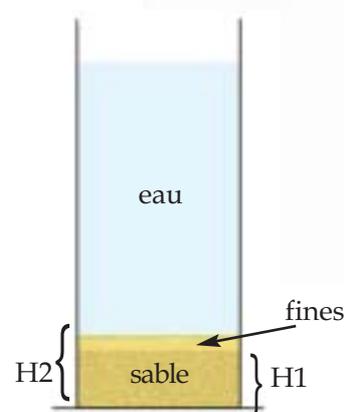
Essais d'identification des sables

1. La mesure rapide des teneurs en fines

1- PRÉPARATION



3- DÉCANTATION 15-30 MINUTES



2- AGITATION QUELQUES MINUTES

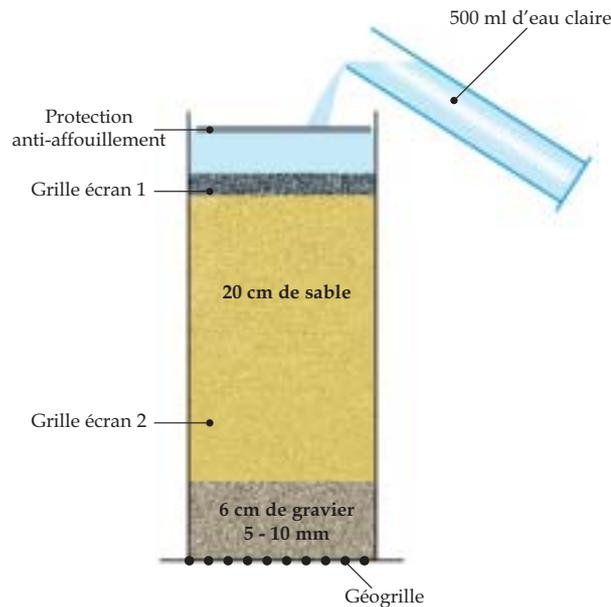


$$\% \text{ fine} = (H2 - H1) / H2 \times 100$$

Pour pouvoir lire une variation de hauteur significative, on préconise d'utiliser une éprouvette de 5 cm de rayon, et d'une hauteur minimale de 60 cm. Pour 2,7 kg de sable (ce qui correspond à environ 1 litre et une hauteur proche de 12,5 cm dans cette même éprouvette). L'éprouvette est alors complétée en eau puis agitée. Après agitation, la hauteur de fines est alors mesurée. Une hauteur de 4 mm correspondrait dans notre éprouvette à une proportion de 3 %.

2. Détermination du temps de Grant / Calcul de la perméabilité :

Le matériel utilisé est décrit dans la Figure ci-dessous :



Le mode opératoire est le suivant :

1. Le sable à tester est mis en place sur une hauteur d'une vingtaine de centimètres, par couches de 4 à 6 cm qui sont progressivement imbibées d'eau, sans perturber la surface et en évitant une ségrégation entre les grains de différentes tailles, afin que le sable se tasse uniformément sur toute la hauteur. La hauteur exacte de sable introduit $H_{s \text{ exp}}$ (en m) est mesurée précisément à posteriori.
2. On sature le sable en eau par plusieurs apports de 500 mL en notant le temps d'infiltration (t_i) jusqu'à stabilisation en conditions saturées.
3. On effectue 5 mesures de temps d'infiltration (t_i). Leur moyenne représente le temps de Grant (t_g).
4. On vérifie que t_g est compris entre 50 et 150 secondes.
5. On pourra alors comparer le d_{10} calculé au moyen de la formule $d_{10} = (6,7/t_g)^{0,5}$ au d_{10} de la courbe granulométrique.
6. On en déduit le coefficient de perméabilité K (m/s) = $0,0553/t_g = 0,0553 (d_{10})^2/6,7$.
7. Si le dispositif expérimental n'est pas strictement identique à celui de Grant, le temps d'infiltration (t_{exp}) effectivement mesuré peut être corrigé à partir de l'équation ci-dessous pour trouver t_g . On utilisera également les limites de Grant situées entre 50 et 150 secondes.

$$t_g = \frac{0,0553}{H_{s \text{ exp}} \ln \left(\frac{4V_{\text{exp}}}{\pi D_{\text{exp}}^2 H_{s \text{ exp}}} + 1 \right)} t_{\text{exp}}$$

D_{exp} : diamètre de la colonne (m)
 V_{exp} : Volume d'eau versé (m)
 $H_{s \text{ exp}}$: Hauteur de sable dans la colonne (m)

ANNEXE v

Visualisation de d_{10} , d_{60} et CU sur un fuseau granulométrique

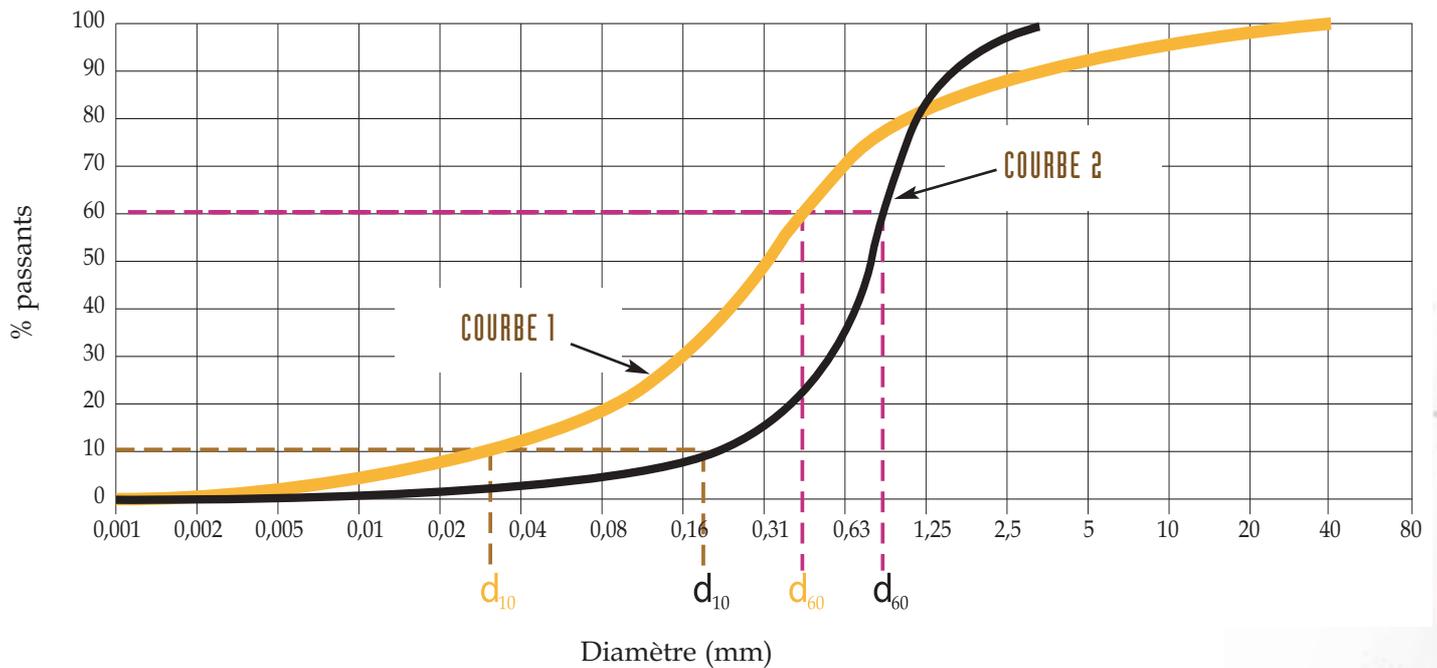


Figure 19 : Fuseau granulométrique

Paramètre	COURBE 1	COURBE 2
d_{10}	0,0315	0,17
d_{60}	0,43	0,9
$CU = d_{60}/d_{10}$	13,65	5,29

Visites et contrôles

Visites de routine de fréquence hebdomadaire

Vérification du bon écoulement des eaux dans les différents ouvrages
Nettoyage du dégrilleur
Enlèvement des refus de dégrillage
Décohésion du chapeau du décanteur-digesteur si nécessaire
Contrôle de l'aspect des effluents et de l'absence de nuisances olfactives
Relevé des différents compteurs
Vérification du bon fonctionnement des pompes et du dispositif d'alimentation (augets basculants ou chasse pendulaire)
Vérification de l'équirépartition des flux dans les casiers si le filtre est à surface libre
Tests ammonium et nitrates

Visites et contrôle de fréquence mensuelle*

Contrôle du bon fonctionnement du répartiteur de débit en amont du traitement primaire
Contrôle du préfiltre : état de la pouzzolane et des parois, bon écoulement des eaux, indicateurs de colmatage
Évaluation du niveau des boues dans la FSTE ou dans le décanteur-digesteur
Contrôle du filtre : bon écoulement des eaux, état de la surface du sable (filtre à surface libre)
Vérification de la pression en bout de rampe (filtre enterré)
Contrôle du bon fonctionnement des postes de pompage et du système d'alimentation

* Cas des installations saisonnières : en début de saison et par quinzaine en période de pointe

Ce document est le résultat des réflexions d'un groupe de travail constitué en 2000 pour faire le point sur les techniques d'épuration par filtres à sable à surface libre et enterré. Le groupe était composé des membres suivants :

Séverine BOURSERIE Conseil Général de la Seine-Maritime,
Direction de l'Espace Rural et de l'Environnement

Romain CHODZKO Conseil Général de la Seine-Maritime, SATESE

Laurent FOLLET Agence de l'Eau Seine-Normandie, Direction de secteur Seine Aval

Florence FUCHS Conseil Général de l'Eure, Direction de l'Environnement, SATESE

Jacques LESAVRE Agence de l'Eau Seine-Normandie, Direction des Collectivités Locales

Sébastien LIBERGE Conseil Général de la Seine-Maritime, SATESE

Francis MILTGEN Agence de l'Eau Seine-Normandie, Direction de secteur Seine Aval

Emilie POUGET SATESE Yvelines - Essonne

Jean-Louis RIFFAUD SATESE Yvelines - Essonne

Sylvie SAILLARD Agence de l'Eau Seine-Normandie, Direction de secteur Seine Aval

Christian SALOME Agence de l'Eau Seine-Normandie, Direction de secteur Rivières Île de France

Olivier SWITALA Conseil Général de l'Eure, Direction de l'environnement, SATESE

AVEC LA PARTICIPATION DE L' 

*Ce guide a été relu par Catherine BOUTIN et Alain LIENARD du CEMAGREF ;
Joseph PRONOST de l'OIE.*

Maîtrise d'ouvrage : Conseil Général de la Seine-Maritime et Conseil Général de l'Eure

Rédaction : Sépia Conseils

Crédits Photos : Agence de l'Eau Seine-Normandie, SATESE Yvelines - Essonne, SATESE Eure

Réalisation : Magenta Conseil Rouen

*Edition : Agence de l'Eau Seine-Normandie - Direction Seine Aval
4 rue Grand Feu - BP 1174 - 76176 ROUEN CEDEX
Tél : 02 35 63 61 30 - Fax : 02 35 63 61 59 - E-mail : dsav@aesn.fr*