

# Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique

## 7. Filtres granulaires intermittents – Préliminaire

### **Coordination et rédaction**

Cette publication a été réalisée par la Direction des eaux usées municipales (DEUM) du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Elle a été produite par la Direction des communications du MELCCFP.

### **Renseignements**

Téléphone : 418 521-3830  
1 800 561-1616 (sans frais)

Formulaire : [www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp](http://www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp)  
Internet : [www.environnement.gouv.qc.ca](http://www.environnement.gouv.qc.ca)

### **Pour obtenir un exemplaire du document :**

Visitez notre site Web : [www.environnement.gouv.qc.ca](http://www.environnement.gouv.qc.ca)

Dépôt légal – 2023  
Bibliothèque et Archives nationales du Québec

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec – 2023

# Table des matières

<b>Liste des figures</b>	<b>7-v</b>
<b>Remerciements</b>	<b>7-vi</b>
<b>7. Filtres granulaires intermittents</b>	<b>7-1</b>
<b>7.1 Conditions de conception</b>	<b>7-2</b>
7.1.1 Traitement préalable	7-2
7.1.2 Débits et charges	7-2
7.1.3 Redondance	7-2
<b>7.2 Filtres à sable intermittents enfouis</b>	<b>7-3</b>
7.2.1 Milieu filtrant	7-3
7.2.2 Taux de charge hydraulique et organique	7-5
7.2.3 Superficie	7-5
7.2.4 Application des eaux usées	7-5
7.2.5 Collecte et évacuation de l'effluent	7-6
7.2.6 Résumé	7-7
<b>7.3 Filtres granulaires intermittents à recirculation</b>	<b>7-8</b>
7.3.1 Milieu filtrant	7-8
7.3.2 Taux de charge hydraulique et organique	7-10
7.3.3 Superficie	7-10
7.3.4 Recirculation, bassin de mélange, application et collecte des eaux usées	7-10
7.3.5 Résumé	7-14
<b>7.4 Performances épuratoires</b>	<b>7-15</b>
<b>7.5 Installation</b>	<b>7-16</b>
7.5.1 Localisation	7-16
7.5.2 Imperméabilité des parois	7-16
7.5.3 Installation des couches	7-16

7.5.4	Recouvrement	7-16
7.5.5	Événements	7-16
7.5.6	Piézomètres	7-17
7.5.7	Sécurité	7-17
<b>7.6</b>	<b>Exploitation</b>	<b>7-18</b>
7.6.1	Suivi et inspections	7-18
7.6.2	Colmatage	7-18
7.6.3	Manuel d'exploitation	7-19
<b>7.7</b>	<b>Références bibliographiques</b>	<b>7-20</b>

PRÉLIMINAIRE

## Liste des figures

Figure 7.2.1-1 – Filtre à sable intermittent enfoui	7-4
Figure 7.3.1-1 – Filtres granulaires intermittents à recirculation	7-9
Figure 7.3.4-1 – Exemple de vanne à balle	7-12
Figure 7.3.4-2 – Exemple de dispositif combiné avec répartiteur de débit et vanne à balle flottante	7-13

PRÉLIMINAIRE

# REMERCIEMENTS

## **Équipe de rédaction de FNX-INNOV**

Marc-André Desjardins, ing., Ph. D. – chargé de projet

Justine Duguet, ing., M. Sc. A. – chargée de projet adjointe et coordonnatrice

Et les autres ingénieurs du Service de traitement des eaux de FNX-INNOV.

## **Équipe de révision du MELCCFP**

Héloïse Bastien, ing., M. Sc. A. – DEUM – chargée de projet

Bernard Lavallée, ing., Ph. D. – DEUM

Bernard Patry, ing., Ph. D. – DPEU

## **Experts consultés (par ordre alphabétique de nom de famille)**

Éric Bard, ing. – Bionest

Marie-Christine Bélanger et les autres membres de l'équipe de Premier Tech

Grégory Marty-Ribera, ing. – MEI Assainissement

Marc-André Labelle, ing., Ph. D. – CTE

Alain Roy, ing., M. Ing., et Dorothée Benoit, ing. – MAMH

Christian Vézina, ing. – Avizo Experts-Conseils

## 7. Filtres granulaires intermittents

L'utilisation de filtres à sable pour traiter des eaux usées domestiques est connue depuis très longtemps; elle était déjà pratiquée dans le Massachusetts vers la fin des années 1800. Cette technique a connu un regain de popularité dans les années 1970 alors que de petits ouvrages d'assainissement ont vu le jour, soutenus par une recherche de solutions d'exploitation simples. Il existe une grande quantité d'installations de ce type un peu partout dans le monde.

Les mécanismes de traitement en jeu dans les filtres granulaires sont à la fois :

- biologiques (absorption et dégradation de la matière soluble et colloïdale –  $DBO_5$  et  $NH_4^+$ );
- physiques (filtration des particules solides);
- chimiques (adsorption de composés dissous tels que le phosphore) (US EPA, 2002).

Les deux principaux types de filtres granulaires utilisés au Québec et présentés dans ce chapitre sont :

1. les filtres à sable intermittents enfouis ;
2. les filtres granulaires intermittents à recirculation.

Un type de filtre à sable souvent cité dans la littérature aux États-Unis est le filtre intermittent à simple percolation et surface libre (U.S. EPA, 2002, Anderson et collab., 1985). Ce type de filtre n'est toutefois pas répandu au Québec, principalement à cause des conditions climatiques rigoureuses en hiver. Sa surface d'application doit demeurer accessible pour une scarification ou un décolmatage au besoin, et il est plus susceptible de causer des problèmes d'odeurs.

Un autre type de filtre à sable, utilisé surtout en France, est le filtre à sable horizontal (AFNOR, 1992, Amevet et Lesavre, 1993). Une variante de ce type de filtre à sable a fait l'objet d'un projet expérimental en Nouvelle-Écosse (Check et collab., 1994).

Le filtre intermittent à simple percolation et le filtre à sable horizontal ne font pas l'objet du présent chapitre.

Les projets impliquant de nouveaux types de filtres composés de matériaux autres que le sable ou le gravier (filtres à tourbe, filtres à géotextile ou autres) sont analysés selon la procédure mise en place pour les nouvelles technologies dans le *Guide de présentation des demandes d'autorisation pour les systèmes de traitement des eaux usées d'origine domestique*.

## 7.1 Conditions de conception

Un filtre intermittent (enfoui ou à recirculation) est constitué d'un lit de sable ou de gravier d'une épaisseur de 60 à 90 cm qui repose sur une couche de pierre concassée dans laquelle sont placés des drains collecteurs. S'il est conçu, construit et exploité correctement, ce procédé est généralement reconnu dans la littérature comme un traitement de niveau secondaire avancé.

Les principaux facteurs à considérer pour sa conception sont :

- les débits et les caractéristiques des eaux usées ;
- le prétraitement ;
- les caractéristiques du milieu filtrant ;
- les taux de charge hydraulique et organique appliqués ;
- la méthode d'application des eaux usées sur le filtre ;
- la collecte de l'effluent ;
- l'installation du filtre.

### 7.1.1 Traitement préalable

Les eaux usées doivent subir un traitement primaire préalablement à leur filtration. Le traitement primaire habituellement installé en amont d'un filtre intermittent est une fosse septique avec préfiltres lorsque les eaux usées sont de type domestique (sections 5.2 et 5.4 du chapitre 5). Un piège à matières grasses est requis dans les cas prévus à la section 5.1 du chapitre 5.

Si l'effluent de la fosse septique ne respecte pas les débits et charges recommandés à l'entrée du filtre intermittent, il sera nécessaire d'ajouter une étape de traitement intermédiaire pour atteindre les caractéristiques d'affluent requises.

### 7.1.2 Débits et charges

Les filtres intermittents sont conçus sur la base du débit journalier moyen reçu à la station d'épuration et des concentrations moyennes à traiter.

Il est rapporté de façon simplifiée dans la littérature que les concentrations à l'affluent des filtres correspondent à celles d'un effluent type de fosse septique recevant des eaux usées d'origine domestique (voir chapitre 5 – section 5.2.8). Un filtre intermittent peut tout de même être considéré pour des eaux usées plus chargées à condition d'envisager un prétraitement supplémentaire ou une réduction du taux de charge hydraulique de façon à ne pas dépasser le taux de charge organique maximal recommandé aux sections 7.2.2 et 7.3.2. C'est particulièrement le cas pour les eaux usées de restaurants.

Les filtres intermittents à recirculation s'avèrent robustes face aux variations de débits et peuvent supporter des surcharges organiques ponctuelles (US EPA, 2002, Ball et Denn, 1997). En revanche, les chocs toxiques doivent être évités.

### 7.1.3 Redondance

Les filtres intermittents fonctionnent en alternant plusieurs fois par jour des périodes de charge et de repos. Il est donc nécessaire d'installer plusieurs sections de filtre en parallèle. Deux (2) sections peuvent suffire dans le cas d'un petit système.

## 7.2 Filtres à sable intermittents enfouis

Le filtre intermittent enfoui (FIE) s'apparente au filtre à sable classique décrit dans le *Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées* (RETEURI). Une différence importante est l'alimentation du FIE qui se fait par dosage intermittent sous faible pression.

Comme montré à la Figure 7.2.1-1, le FIE est composé :

- d'une couche anticontaminante (géotextile perméable) qui sépare la pierre nette du matériau de recouvrement disposé au-dessus ;
- d'une couche de distribution constituée de pierres nettes dans laquelle est installé un système de distribution sous faible pression ;
- d'un milieu filtrant (sable) au travers duquel les eaux usées percolent ;
- d'une couche drainante constituée de pierres lavées dans laquelle sont installées les conduites de collecte.

Il comprend aussi des événements, des piézomètres ainsi qu'une membrane imperméable sur ses quatre côtés et dans le fond.

### 7.2.1 Milieu filtrant

L'épaisseur de sable dans un FIE se situe généralement entre 60 et 90 cm (US EPA, 2002). Cette épaisseur ne devrait jamais être inférieure à 60 cm.

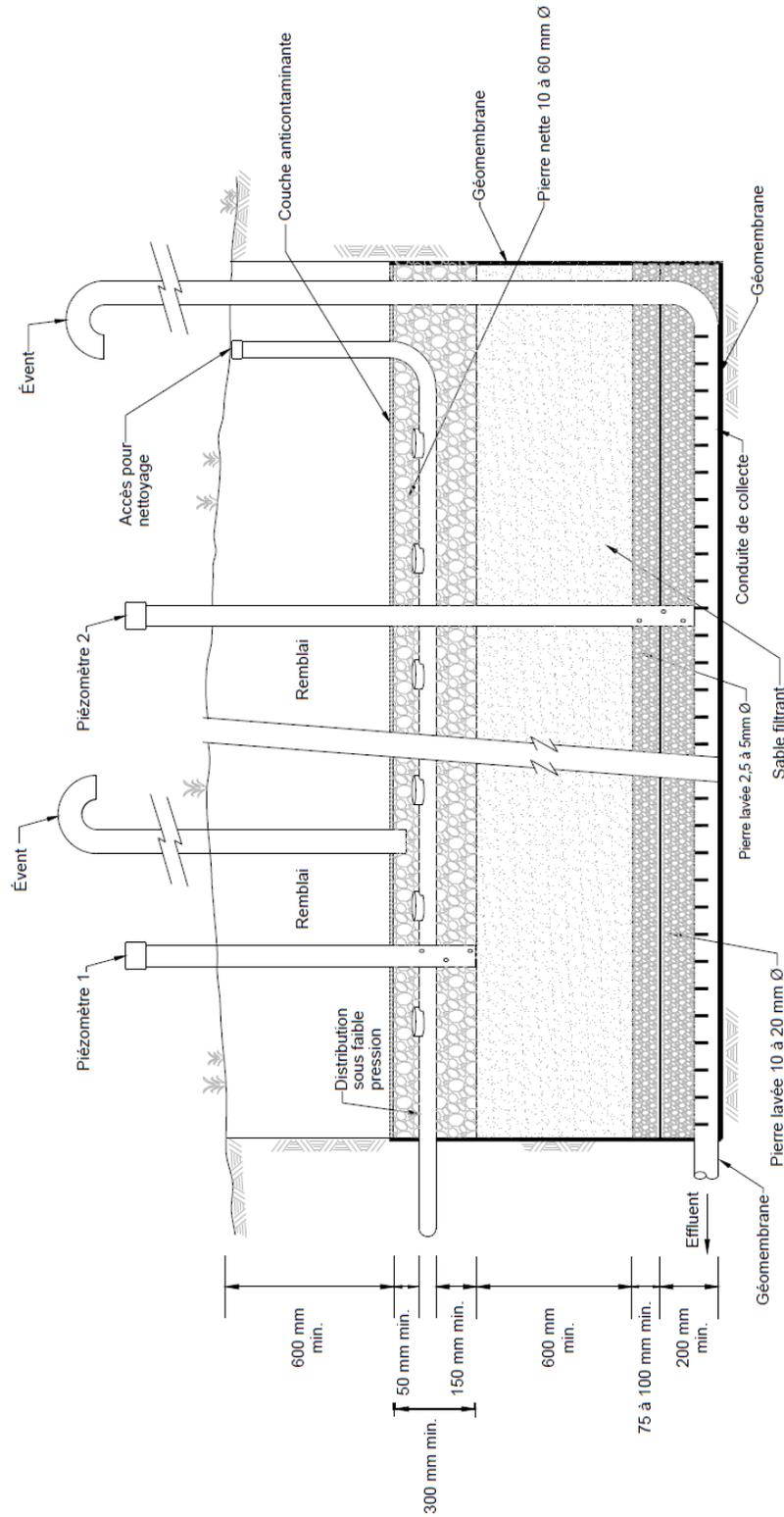
Le milieu filtrant est constitué d'un sable sélectionné propre et durable (c.-à-d. non biodégradable), à base de silice plutôt que de calcaire, et de forme préférablement arrondie. Le verre recyclé peut également être une option. Il doit être exempt de poussière, de matière organique, de particules fines de silt ou d'argile ou d'autres matières susceptibles de se désintégrer ou de cimenter le sable. La teneur en matière organique ne devrait pas dépasser 1 %, et celle en matières solubles à l'acide devrait être inférieure à 3 %.

Les caractéristiques granulométriques du sable sont très importantes. Un milieu filtrant trop grossier et trop uniforme favorise un écoulement trop rapide alors qu'un milieu filtrant trop fin avec une granularité trop étalée augmente les risques de colmatage, réduit l'aération du filtre et peut entraîner une saturation capillaire. Le milieu filtrant devrait respecter les caractéristiques suivantes :

- Diamètre effectif ( $D_{10}$ ) compris entre 0,25 et 1,0 mm, valeur typique de 0,35 mm.
- Coefficient d'uniformité ( $C_u$ ) inférieur ou égal à 4,5.
- Moins de 3 % de particules fines (c.-à-d. passant au travers d'un tamis de 0,074 mm).
- Moins de 20 % des particules ont un diamètre supérieur à 2,5 mm.

Le milieu devrait être homogène, et aucune variation brusque de texture, susceptible d'entraîner un colmatage ou un cheminement préférentiel, ne devrait être présente.

L'analyse granulométrique du milieu filtrant est essentielle pour s'assurer que les caractéristiques spécifiées ci-dessus sont respectées.



**Figure 7.2.1-1 – Filtre à sable intermittent enfoui**

## 7.2.2 Taux de charge hydraulique et organique

De très bons rendements d'épuration ont pu être atteints, surtout en DBO<sub>5</sub> et en MES, à des taux de charge hydraulique relativement élevés lors d'essais réalisés sur des périodes de quelques mois avec des filtres expérimentaux ouverts. Dans le cas d'un filtre à sable enfoui, la surface d'application des eaux usées n'est cependant pas accessible pour y faire un entretien régulier. Le taux de charge d'un filtre à sable intermittent enfoui devrait donc être plus conservateur pour permettre un équilibre biologique entre le taux de croissance des bactéries attribuable à l'apport de matières organiques et le taux de destruction de la biomasse par respiration endogène. Le maintien de cet équilibre permet de prévenir le colmatage du filtre par accumulation de biomasse excédentaire, surtout dans la couche supérieure, et de lui assurer une durée de vie adéquate. Le taux de charge hydraulique a aussi un effet significatif sur le rabattement des coliformes et la qualité bactériologique de l'effluent (Emerick et collab., 1997).

Le taux de charge hydraulique maximal recommandé pour un filtre à sable intermittent enfoui alimenté par un effluent typique de fosse septique recevant des eaux usées domestiques est de 40 L.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>. Pour un affluent dont la concentration de DBO<sub>5</sub> est de 225 mg/l, le taux de charge organique correspondant serait de 9,0 g DBO<sub>5</sub>.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>. Selon Crites et Tchobanoglous (1998), le taux de charge organique peut varier de 2,5 à 10 g DBO<sub>5</sub>.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup> (valeur typique de 5 g DBO<sub>5</sub>.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>).

## 7.2.3 Superficie

Comme dans le cas des éléments épurateurs, un facteur de majoration de 1,5 fois la superficie calculée à partir du taux de charge hydraulique mentionné ci-dessus devrait être appliqué pour établir la superficie totale des filtres. Le filtre devrait être aménagé en au moins trois (3) sections pour permettre la mise au repos de l'une d'elles. Pour de petits systèmes, un facteur de majoration de deux (2) peut être appliqué à la superficie, permettant ainsi de réduire le nombre de sections à deux (2), chacune pouvant être mise au repos en alternance (voir section 7.1.3). Dans le cas d'un établissement saisonnier ou d'un établissement susceptible d'être peu utilisé pendant une partie importante de l'année, le facteur de majoration peut être omis.

## 7.2.4 Application des eaux usées

Les eaux usées doivent être dosées uniformément sur le filtre au moyen d'un système de distribution sous faible pression comme prévu au chapitre 6 – section 6.3.3.3. Le système de distribution est placé dans une couche de pierre lavée, d'une grosseur comprise entre 10 et 60 mm, mais de préférence entre 10 et 20 mm si les conduites de distribution sont relativement petites. La couche de pierre présente une épaisseur d'au moins 300 mm, dont minimalement 150 mm au-dessous et 50 mm au-dessus des conduites. La couche de pierre peut être remplacée par des chambres d'infiltration munies de conduites de distribution sous faible pression.

Darby et collab. (1996) ont démontré l'importance de limiter le volume d'eaux usées à chaque dosage, en appliquant une plus faible quantité d'eaux usées plus souvent chaque jour. La réduction du volume par dose favorise le développement d'un biofilm mince, un bon contact du substrat avec la biomasse active et de bonnes conditions d'oxygénation du filtre. Ces travaux ont toutefois été réalisés en appliquant des taux de charge hydraulique relativement élevés sur des filtres ouverts, avec des eaux usées peu concentrées, et sur une période relativement courte.

Dans le cas de filtres enfouis recevant des eaux usées plus concentrées et un taux de charge hydraulique plus faible, il faut s'assurer d'appliquer un volume suffisant d'eaux usées à chaque dose pour avoir une répartition adéquate sur l'ensemble de la superficie du filtre, ce qui limite la fréquence de dosage. Il faut viser le meilleur équilibre entre le volume par dose et la fréquence de dosage pour assurer à la fois des conditions optimales de traitement des eaux usées et une bonne répartition de celles-ci sur le filtre.

Il est avantageux d'opter pour un système de distribution dont les conduites latérales et les orifices sont rapprochés. Pour des filtres intermittents, Dubé et collab. (1996) recommandent un espacement de l'ordre de 30 à 60 cm entre les orifices. À 40 L.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>, avec une lame d'eau de 1 cm/dose et un espacement de

30 cm entre les orifices, on obtient un volume de 0,9 litre par orifice par dose, ce qui correspond à la valeur type recommandée par Crites et Tchobanoglous (1998). À 40 L.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>, une lame de 1 cm par dose<sup>1</sup> correspond à une fréquence de 4 dosages par jour. Le concepteur est invité à se référer à la section 6.3.3.3 du chapitre 6 pour plus de détails sur les systèmes de distribution sous faible pression.

Du point de vue de l'efficacité de répartition, il pourrait être avantageux de réduire la lame d'eau et d'augmenter la fréquence de dosage (Darby et collab., 1996, Emerick et collab., 1997). Le maintien d'une bonne distribution demande alors de réduire sensiblement l'espacement entre les conduites latérales et les orifices. Dans les essais réalisés par Darby et collab. (1996) et Emerick et collab. (1997) sur des unités expérimentales, on a appliqué des lames d'eau aussi faibles que 0,17 cm, mais avec un espacement des orifices de l'ordre de 13 à 17 cm. Sur la base de ces études, la littérature américaine, dont celle de la US EPA (2002), propose d'utiliser 12 à 24 doses par jour de 0,5 cm ou moins chacune. Il faut toutefois s'assurer que le volume minimal d'une dose demeure suffisant par rapport au volume total des conduites, ce qui limite la réduction du volume par dose réellement applicable (voir chapitre 6 – section 6.3.3.3). Anderson et collab. (1985) recommandent simplement de fonctionner au minimum avec deux doses par jour.

Le réservoir de dosage devrait être dimensionné de façon à pouvoir réguler les pointes de débit comme on le ferait avec un bassin d'égalisation (voir chapitre 4 – section 4.3.1). Le contrôle de la fréquence et de la durée des dosages devrait se faire à l'aide d'un minuteur programmable (US EPA, 2002, Rhode Island Department of Environmental Management, 2010). Les pompes devraient être sélectionnées en tenant compte du nombre d'arrêts et départs prévus chaque jour.

## 7.2.5 Collecte et évacuation de l'effluent

La collecte de l'effluent se fait au moyen de conduites de drainage d'un diamètre minimum de 100 mm placées dans une couche de pierre sous le filtre. On devrait utiliser, de préférence, des conduites munies de fentes ou de traits de scie de 6 mm de largeur, sur au moins la moitié du diamètre de la conduite, avec un espacement d'environ 50 à 100 mm entre les fentes. Des conduites perforées peuvent aussi être installées.

Les conduites de drainage sont espacées aux 3 m maximum dans le cas de grands filtres (Oregon DEQ, 1995, Loudon, 1996, cités par Ball et Denn, 1997) et aux 4 m dans le cas de plus petits filtres. Les drains peuvent être plus espacés dans la mesure où ils permettent d'assurer un drainage efficace de toute l'eau filtrée et d'éviter qu'il y ait une accumulation d'eau stagnante au fond du filtre. Les conduites ont une pente entre 0 et 0,1 % vers la sortie (US EPA, 2002). Leur partie amont se prolonge jusqu'à la surface du sol pour servir d'évents permettant un apport d'air sous le filtre.

Les conduites de drainage sont installées dans un lit de pierre lavée d'au moins 200 mm d'épaisseur pour faciliter le drainage du filtre. La pierre devrait être assez grosse pour empêcher que des éléments pénètrent dans les orifices ou les fentes de la conduite de drainage. Il est aussi important de prévenir la migration de sable du milieu filtrant dans la couche de pierre drainante, en utilisant, au besoin, deux couches de pierre de granularité différente :

- une couche intermédiaire de 75 à 100 mm d'épaisseur de gravier lavé de 2,5 à 5 mm ;
- une couche de drainage d'au moins 200 mm d'épaisseur de pierre lavée de 10 à 20 mm de diamètre dans laquelle sont placées les conduites.

L'effluent du filtre à sable peut être rejeté dans les eaux de surface si le contexte et les normes de rejet le permettent. À moins que l'écoulement de l'effluent jusqu'au point de rejet se fasse gravitairement, il faudra

---

<sup>1</sup> Note : 1 cm/dose représente 10 L/m<sup>2</sup>.

prévoir un puits de pompage de l'effluent. L'effluent du filtre à sable peut aussi être évacué dans le sol au moyen d'un champ de polissage comme prévu au chapitre 6 – section 6.4.2.

## 7.2.6 Résumé

SOMMAIRE – FILTRES À SABLE INTERMITTENTS ENFOUIS	
Traitement préalable	Fosse septique + préfiltre (+ autre(s) prétraitement(s) si eaux usées de nature non domestique)
Milieu filtrant	0,25 mm <math>D_{10}</math> <math>< 1,0\text{ mm}</math>, typique 0,35 mm <math&gt;c_u &lt;="" 4,5&lt;="" math="">            &lt;math&gt;&lt; 3\%&lt;/math&gt; de particules fines            &lt;math&gt;&lt; 20\%&lt;/math&gt; des particules avec diamètre &gt;math&gt;2,5\text{ mm}&lt;/math&gt;            Épaisseur de 60 cm à 90 cm</math&gt;c_u>
Taux de charge hydraulique	40 L.m <sup>-2</sup> .d <sup>-1</sup> Facteur de majoration de superficie de 1,5 ou 2 sauf si saisonnier
Taux de charge organique (DBO <sub>5</sub> )	2,5 à 10 g.m <sup>-2</sup> .d <sup>-1</sup> , typiquement 5 g.m <sup>-2</sup> .d <sup>-1</sup>
Alimentation Fréquence de dosage Débit de dosage  Espacement des conduites latérales Espacement des orifices	Distribution sous faible pression Minimum 4 doses par jour Lame d'eau de 0,5 à 1 cm par dose 0,9 L/orifice/dose 30 (préf.) à 60 cm 30 (préf.) à 60 cm  <i>Voir détails supplémentaires à la section 6.3.3.3 du chapitre 6.</i>
Évacuation de l'effluent	Conduites perforées gravitaires : - Ø100 mm min - Espacées aux 3 à 4 m  Pente de 0,0 % à 0,1 %
Autres caractéristiques	Figure 7.2.1-1

## 7.3 Filtres granulaires intermittents à recirculation

Les filtres granulaires intermittents à recirculation (FIR) ont été conçus aux États-Unis à partir des années 1970. Ils ont été introduits au Québec au cours des années 1990 à la suite de la publication, en 1992, du guide « Les épandages souterrains et les filtres intermittents dans les installations septiques communautaires » dont une version révisée a été publiée en 1996 (Dubé et collab., 1996).

Les principales caractéristiques des FIR, comparativement aux filtres à sable intermittents enfouis, sont les suivantes :

- Le filtre n'est pas enfoui dans le sol.
- Le milieu filtrant est plus grossier (gravier plutôt que sable).
- Le taux de charge hydraulique est plus élevé.
- Une partie de l'effluent filtré est retournée vers un bassin de mélange pour être filtrée de nouveau.

La Figure 7.3.1-1 présente un filtre granulaire intermittent à recirculation avec ses différentes composantes.

Comme le filtre à sable intermittent enfoui, le filtre granulaire intermittent à recirculation est composé :

- d'une couche de distribution constituée de pierres nettes dans laquelle est installé un système de distribution sous faible pression ;
- d'un milieu filtrant au travers duquel les eaux usées percolent ;
- d'une couche drainante constituée de pierres dans laquelle sont installées les conduites de collecte.

Comme le filtre est installé à la surface du sol (non enfoui), aucune couche anticontaminante (géotextile perméable) disposée au-dessus de la couche de distribution n'est requise.

### 7.3.1 Milieu filtrant

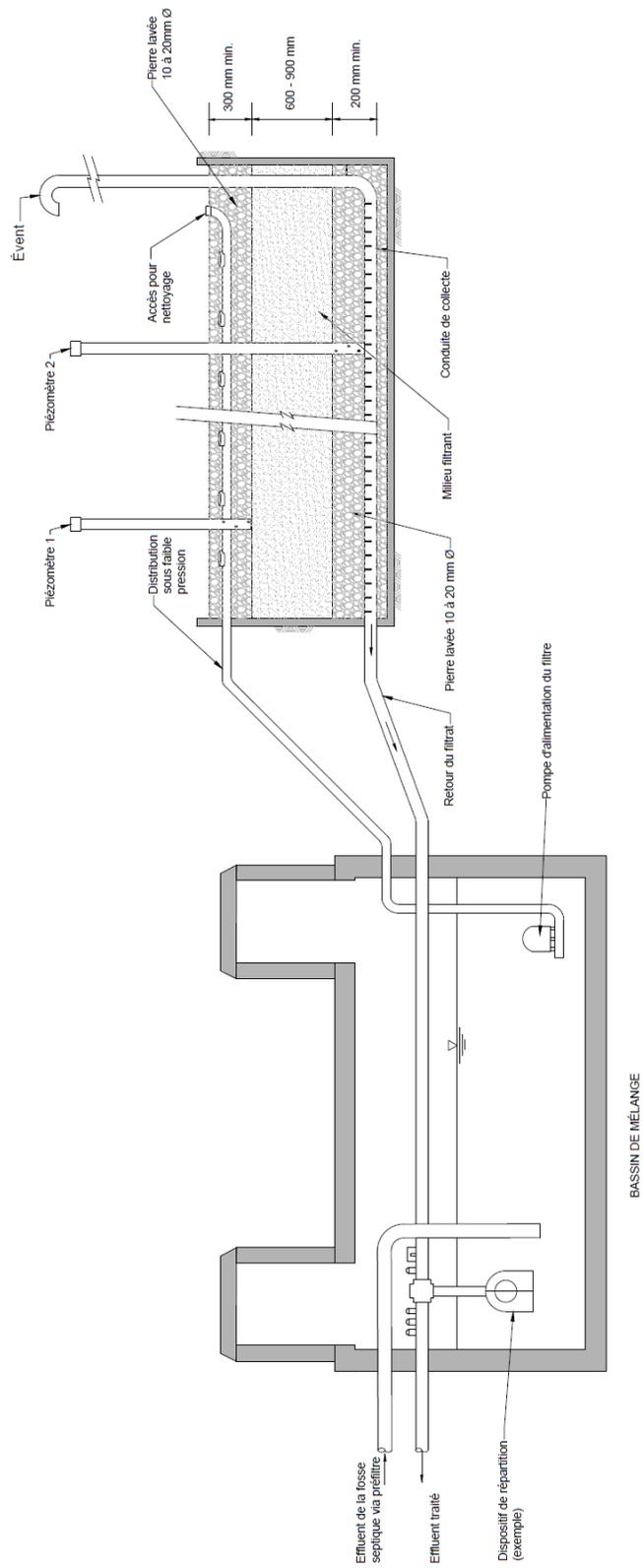
L'épaisseur de milieu filtrant généralement utilisée dans un filtre granulaire intermittent à recirculation se situe entre 60 et 90 cm. Les premiers filtres de ce type implantés au Québec avaient une épaisseur de 90 cm alors que l'épaisseur typique recommandée dans la littérature aux États-Unis est de 60 cm (Crites et Tchobanoglous, 1998, Metcalf & Eddy inc., 1991, Ball et Denn, 1997). L'épaisseur du milieu ne devrait jamais être inférieure à 60 cm.

Le milieu granulaire utilisé se situe à la limite du sable grossier et du gravier fin. Il devrait respecter les caractéristiques suivantes :

- Diamètre effectif ( $D_{10}$ ) compris entre 1,0 et 3,5 mm, valeur type de 2,5 mm.
- Coefficient d'uniformité ( $C_U$ ) inférieur à 2,5, valeur type de 2,0.
- Moins de 3 % de particules fines (c.-à-d. passant au travers d'un tamis de 0,074 mm).

La composition granulométrique du milieu devrait être vérifiée au moyen d'analyses granulométriques.

PR



PR

Figure 7.3.1-1 – Filtres granulaires intermittents à recirculation

### 7.3.2 Taux de charge hydraulique et organique

Les taux de charge hydraulique généralement appliqués aux filtres granulaires intermittents à recirculation se situent entre 120 et 200 L.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup> (Ball et Denn, 1997, US EPA 2002) en utilisant le débit en amont du bassin de mélange pour le calcul (donc sans tenir compte du débit recirculé). Si l'effluent de la fosse septique est peu concentré, le taux de charge hydraulique peut se situer vers la limite supérieure de la plage spécifiée ci-dessus. Par contre, s'il est plus concentré, le taux de charge hydraulique appliqué devrait être plus faible pour respecter le taux de charge organique et ainsi éviter une surcharge sur les filtres.

Le taux de charge organique recommandé est de l'ordre de 25 g DBO<sub>5</sub>.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>.

### 7.3.3 Superficie

Comme il s'agit d'un système ouvert et facilement accessible à des fins d'entretien, contrairement à un élément épurateur ou à un filtre à sable enfoui, un facteur de majoration de la superficie n'est pas forcément nécessaire. Le filtre devrait néanmoins être aménagé en sections de telle sorte que le débit normalement dirigé vers une section puisse, lorsque celle-ci doit être mise hors service pour en faire l'entretien, être dirigé temporairement vers les autres sections (voir section 7.1.3). La superficie totale en exploitation devrait être calculée en fonction du débit à traiter pour respecter les taux de charge hydraulique recommandés.

### 7.3.4 Recirculation, bassin de mélange, application et collecte des eaux usées

#### 7.3.4.1 Recirculation

La recirculation se définit en fonction du débit d'eaux appliqué au filtre par rapport au débit d'affluent du système de traitement (en amont du bassin de mélange). Le taux d'application d'eaux usées sur le filtre correspond à la somme des parties d'eau filtrée et d'effluent de la fosse septique mélangées et envoyées au filtre. Par exemple, un taux d'application de 5 signifie qu'une partie d'effluent de la fosse septique est mélangée à quatre parties d'eau filtrée, de façon que le volume appliqué sur le filtre est 5 fois plus grand que l'affluent. Le ratio de recirculation (RR) est alors de 4 : 1 (US EPA, 2002).

Le taux d'application représente donc le nombre moyen de fois où l'eau est filtrée. Il varie généralement de 4 à 6 (RR de 3 : 1 à 5 : 1) (US EPA, 2002), la valeur type étant de 5. Ce taux peut être augmenté dans le cas d'eaux usées chargées de manière à respecter le taux de charge organique recommandé. Le taux d'application peut également être ajusté en fonction des variations saisonnières de l'achalandage des bâtiments servis, notamment dans le cas d'installations décentralisées (Jantrania et Gross, 2006). En pratique, le débit pompé et envoyé aux filtres demeure fixe. Ainsi, le taux de recirculation varie au cours de la journée selon le débit affluant réellement au système de traitement.

#### 7.3.4.2 Bassin de mélange

Le bassin de mélange reçoit l'effluent de la fosse septique et une partie du filtrat. Il devrait être dimensionné de façon à égaliser le débit au cours de la journée et à réguler les pointes de débit, similairement à un bassin d'égalisation (voir chapitre 4 – section 4.3.1). S'il y a une vanne à balle flottante, le volume utile du bassin de mélange correspond au volume sous la balle. Pour assurer un mélange optimal, l'effluent de la fosse septique et le retour d'eau filtrée arrivent à une extrémité du bassin de mélange alors que l'eau dosée sur les filtres est prélevée à l'autre extrémité (Ball et Denn, 1997). Pour prévenir les odeurs causées par le dégazage, l'effluent de la fosse septique est déversé vers le bas du bassin afin que l'extrémité du tuyau soit submergée. Le retour d'eau filtrée se fait plutôt en chute libre pour favoriser une oxygénation maximale.

Les pompes devraient être sélectionnées en tenant compte du nombre élevé de cycles de pompage par jour (doses) et de façon à pouvoir atteindre un taux d'application de 6. Le nombre de sections pouvant être alimentées par une seule pompe dépend du type de séparateurs de débit sélectionné. Il est possible de

réaliser sa conception en partant de la pompe sélectionnée selon la méthode de conception modulaire proposée par Ball et Denn (1997).

Le contrôle de la fréquence de dosage est assuré par une minuterie programmable. Les eaux usées sont dosées à la surface d'une section de filtre, à une fréquence d'une à trois fois par heure (US EPA, 2002).

#### **7.3.4.3 Application des eaux usées**

L'alimentation des filtres se fait au moyen d'un système de distribution sous faible pression (voir chapitre 6 – section 6.3.3.3). Une couche de pierre lavée, similaire à celle prévue pour un filtre à sable enfoui (voir section 7.2.4), enrobe les conduites de distribution. Cette couche permet, en plus de faciliter la mise en place du réseau de distribution, de le protéger de la glace et des rayons ultraviolets. La pierre n'est pas recouverte de sol.

Étant donné que le milieu filtrant des FIR est relativement grossier et uniforme, la distance entre les conduites latérales de même que celle entre les orifices devraient se situer entre 30 et 60 cm au maximum. En général, les orifices ont un diamètre de 3,2 mm. Il est recommandé que le volume dosé ne dépasse pas 7,6 litres par orifice par dose (Bounds, 1990).

Il est particulièrement important de s'assurer que le réseau de distribution puisse se vidanger après chaque dosage pour prévenir le gel étant donné que le filtre n'est pas recouvert et qu'il est par conséquent exposé au froid.

#### **7.3.4.4 Collecte de l'effluent des filtres**

L'effluent des filtres est capté au moyen de drains collecteurs comme dans le cas des filtres à sable intermittents enfouis (section 7.2.5). Les conduites de drainage doivent être placées dans une couche de pierre sélectionnée qui permet un drainage adéquat de l'eau filtrée, qui empêche la migration du milieu filtrant dans la couche drainante et qui ne peut pénétrer dans les drains. Il s'agit généralement d'une couche d'au moins 200 mm d'épaisseur de pierre lavée de 10 à 20 mm de diamètre.

Le filtrat capté est ensuite dirigé vers un dispositif de répartition duquel une partie est évacuée et l'autre est retournée vers le bassin de mélange.

L'effluent d'un filtre granulaire intermittent à recirculation peut être rejeté dans les eaux de surface si le contexte et les normes de rejet le permettent. L'effluent peut aussi être évacué dans le sol au moyen d'un champ de polissage comme prévu au chapitre 6 – section 6.4.2.

#### **7.3.4.5 Dispositif de répartition**

Différents dispositifs de répartition peuvent être utilisés en vue d'obtenir le taux de recirculation voulu. Certains sont installés directement dans le bassin de mélange (cas le plus courant) alors que d'autres peuvent être situés dans une chambre indépendante.

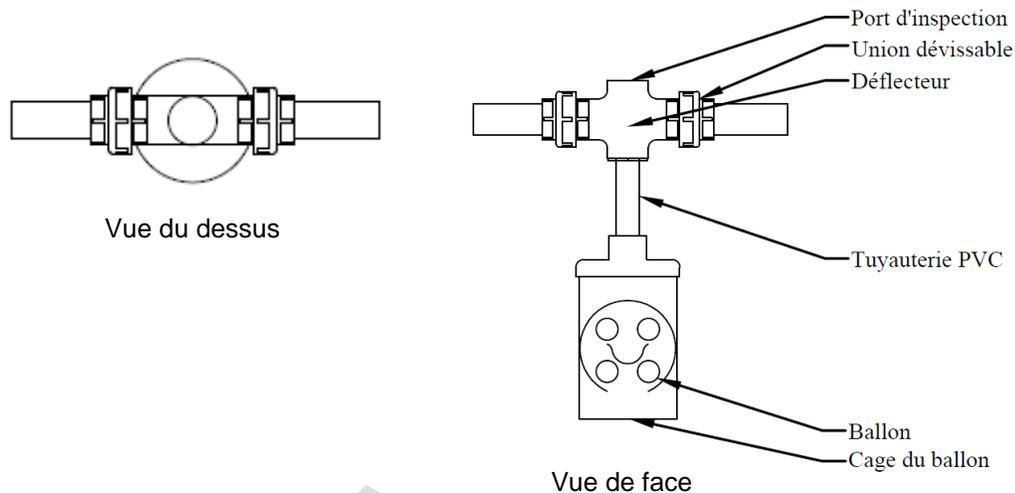
Les deux principaux types de dispositifs utilisés à même le bassin de mélange sont illustrés à la

**Figure 7.3.4-1** et **Figure 7.3.4-2**. Ce sont :

- la vanne à balle flottante ;
- le dispositif combiné avec répartiteur de débit et vanne à balle flottante.

#### 7.3.4.5.1 Vanne à balle flottante

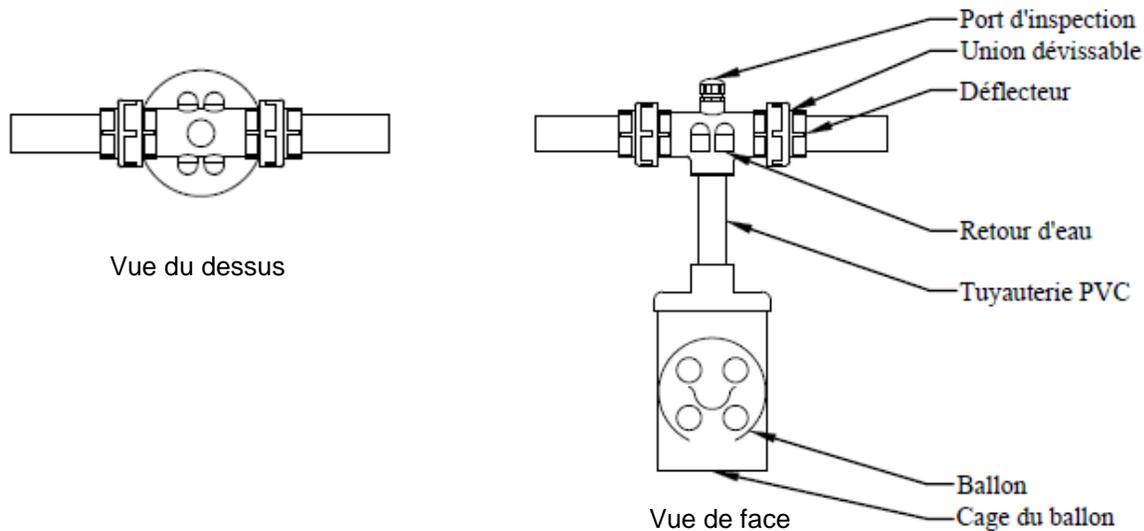
La vanne à balle flottante (Figure 7.3.4-1) a été utilisée dans les toutes premières installations et l'est toujours actuellement. Elle fait en sorte que tout le débit soit dirigé vers le bassin de mélange lorsque le niveau d'eau dans ce dernier est bas, ce qui correspond à 100 % de recirculation, et que tout le débit soit acheminé directement à la sortie lorsque le niveau d'eau est haut, soit 0 % de recirculation (Ball et Denn, 1997). Ce principe de fonctionnement a l'inconvénient d'empêcher la recirculation en période de débit élevé, ce qui peut causer des problèmes, surtout si la période de pointe de charges polluantes coïncide avec la période de pointe de débits. Ce type de dispositif est donc moins recommandé que le dispositif combiné avec répartiteur de débit et vanne à balle flottante décrit ci-après. Il pourrait toutefois être acceptable si le bassin de mélange est suffisamment grand pour tamponner les pointes et si l'on s'assure qu'il y a toujours une recirculation.



**Figure 7.3.4-1 – Exemple de vanne à balle  
Fournie par MEI Assainissement**

#### 7.3.4.5.2 Dispositif combiné avec répartiteur de débit et vanne à balle flottante

Un dispositif plus récent consiste en la combinaison d'un répartiteur de débit avec une vanne à balle flottante (Figure 7.3.4-2). Il permet, sans avoir recours à une autre vanne, de retourner toute l'eau filtrée dans le bassin de mélange lorsque le niveau d'eau est bas et de répartir le débit entre la conduite d'évacuation et le bassin de mélange lorsque le niveau d'eau est haut. Il est possible de choisir le pourcentage de retour en bouchant un ou plusieurs orifices du répartiteur.



**Figure 7.3.4-2 – Exemple de dispositif combiné avec répartiteur de débit et vanne à balle flottante**

**Fournie par MEI Assainissement**

#### 7.3.4.5.3 Système de répartition externe

Un système de répartition du débit de filtrat constitué de vannes modulantes, de déversoirs ajustables ou d'autres dispositifs situé dans une chambre souterraine externe peut également permettre de diriger une partie du filtrat vers les ouvrages subséquents alors que l'autre partie est retournée au bassin de mélange (Connecticut Department of Environmental Protection, 2006). Avec cette configuration, le débit de filtrat recirculé ne s'ajuste pas automatiquement au débit d'effluent de la fosse septique, ce qui peut être un inconvénient lors des périodes de faible débit (Connecticut Department of Environmental Protection, 2006).

L'installation du système de répartition du débit hors du bassin de recirculation peut être avantageuse lorsque le profil hydraulique est contraignant. En fonction de l'ensemble de l'installation de la filière de traitement, de la topographie du terrain, etc., il est possible que le radier de la conduite d'évacuation du filtrat vers les ouvrages subséquents soit plus élevé que dans le cas d'un système de répartition à même le bassin de mélange. En effet, dans le premier cas, le radier de la conduite d'effluent dépend de l'élévation des conduites de collecte de filtrat dans le FIR. Dans le second cas, l'élévation du niveau d'eau de la fosse septique est déterminante (Connecticut Department of Environmental Protection, 2006).

### 7.3.5 Résumé

SOMMAIRE – FILTRES GRANULAIRES INTERMITTENTS À RECIRCULATION	
Traitement préalable	Fosse septique + préfiltre (piège à matières grasses si requis)
Milieu filtrant	1,0 mm <math> < D_{10} < 3,5 \text{ mm}</math>, typique 2,5 mm <math&gt; &lt;="" 2,0<br="" 2,5&lt;="" c_u="" math&gt;,="" typique=""></math&gt;> Épaisseur de 60 à 90 cm
Taux de charge hydraulique	120 à 200 L.m <sup>-2</sup> .d <sup>-1</sup> (excluant le débit recirculé) Facteur de majoration de superficie requis s'il est prévu de longues périodes de repos
Taux de charge organique (DBO <sub>5</sub> )	25 g.m <sup>-2</sup> .d <sup>-1</sup>
Taux de recirculation	4 à 6
Dispositif de répartition	<b>Figure 7.3.4-1 et Figure 7.3.4-2</b>
Alimentation	Distribution sous faible pression
Fréquence de dosage	1 à 3 doses/h
Débit de dosage	Lame d'eau 1 à 2 cm/dose 7,6 L/orifice/dose au maximum
Espacement des conduites latérales	30 (préf.) à 60 cm
Espacement des orifices	30 (préf.) à 60 cm <i>Voir détails supplémentaires à la section 6.3.3.3 du chapitre 6.</i>
Évacuation de l'effluent	Conduites gravitaires Pente de 0,0 à 0,1 %
Autres caractéristiques	Figure 7.3.1-1

## 7.4 Performances épuratoires

En se basant sur les performances généralement reconnues dans la littérature (Crites et Tchobanoglous, 1998, Mecalif & Eddy inc., 1991, US EPA 2002, Anderson et coll., 1985, Dubé et coll., 1996, Roy C., 1995, Piluk et Peters, 1994), l'effluent d'un filtre intermittent est considéré comme équivalent à celui d'un système de traitement secondaire avancé, soit :

- DBO<sub>5</sub> : 15 mg/l.
- MES : 15 mg/l.
- Coliformes fécaux : 50 000 UFC/100 ml.

Les performances indiquées ci-dessus comportent une certaine marge de sécurité puisque plusieurs références citées mentionnent une qualité d'effluent de 10 mg/l de DBO<sub>5</sub> et de MES.

En raison de la plus faible granulométrie du média filtrant et des plus faibles taux de charge hydraulique des filtres à sable intermittents enfouis, ceux-ci présentent de meilleures performances de désinfection que les filtres granulaires intermittents à recirculation. La concentration de coliformes fécaux devrait d'ailleurs être considérée avec une certaine réserve pour les filtres intermittents à recirculation, car elle n'est actuellement pas atteinte dans tous les systèmes municipaux de ce type en exploitation au Québec. Par contre, plusieurs références font état d'une concentration de coliformes fécaux inférieure à 10<sup>4</sup> UFC/100 ml avec des FIR. L'ajout ultérieur d'un système de désinfection de l'effluent devrait être envisagé si une installation ne respectait pas la norme de rejet fixée concernant les coliformes fécaux.

Pour les FIR, la littérature rapporte également de bonnes performances de nitrification (sauf en hiver). Une dénitrification peut aussi se produire dans le bassin de mélange. La US EPA (2002) et le département de la protection de l'environnement du Connecticut (2006) rapportent une nitrification quasiment complète excepté en conditions hivernales et entre 40 et 70 % d'enlèvement de l'azote total par dénitrification.

## 7.5 Installation

### 7.5.1 Localisation

Le FIE est généralement construit sous le niveau du sol. Il peut également être construit partiellement ou entièrement hors sol s'il est entouré d'un remblai imperméable. La localisation du filtre à sable intermittent enfoui doit respecter les distances minimales spécifiées pour un élément épurateur au chapitre 6 (section 6.3.12). Toutefois, dans le cas où le filtre à sable serait entouré d'une géomembrane imperméable, ces distances minimales pourront être réduites aux valeurs spécifiées pour une fosse septique au chapitre 5 (section 5.2.9).

Dans le cas du FIR, le bassin de mélange est enfoui dans le sol, tandis que le filtre intermittent se situe au niveau du sol.

### 7.5.2 Imperméabilité des parois

Les parois et le fond d'un FIE doivent généralement être imperméabilisés au moyen d'une géomembrane. Lorsque le filtre enfoui est construit dans un sol imperméable, l'installation d'une géomembrane n'est pas requise si une épaisseur d'au moins 60 cm de sol imperméable est maintenue entre la base du filtre et le roc (ou un horizon constitué de gravier grossier).

Le fond et les parois d'un FIR doivent aussi être imperméables. Une géomembrane est couramment utilisée à cette fin, mais d'autres matériaux peuvent aussi être employés (béton ou autre). L'étanchéité du bassin de mélange devrait être assurée à l'aide de joints passe-mur étanches.

Lorsqu'une géomembrane est utilisée, celle-ci devrait être intercalée entre deux géotextiles protecteurs.

### 7.5.3 Installation des couches

Les conduites de drainage et la pierre sont placées au fond de l'excavation. Le milieu filtrant est mis en place en évitant de créer des zones d'hétérogénéité. Il est généralement foulé par arrosage lors de sa mise en place. La surface du milieu filtrant doit être de niveau.

### 7.5.4 Recouvrement

Dans le cas d'un FIE, la couche de pierre contenant le système de distribution devrait être recouverte d'un matériau anticontaminant, généralement un géotextile non tissé, perméable à l'eau et à l'air, et empêchant les particules fines du sol de pénétrer dans la pierre. Le filtre enfoui devrait ensuite être recouvert de 15 à 20 cm de sol perméable à l'air, préférentiellement du sable grossier (Washington State Department of Health, 2016). Le remblai devrait être légèrement surélevé pour empêcher l'écoulement des eaux de surface vers le filtre. La surface du remblai devrait être gazonnée à la fin des travaux. Si le dessus du filtre dépasse la surface du sol, la pente du remblai de sol imperméable autour du filtre devrait être de 2 H : 1 V ou plus faible.

Dans le cas d'un FIR, la couche de pierre contenant le système de distribution n'est pas recouverte de sol.

### 7.5.5 Événements

Le FIE devrait être muni d'événements pour assurer une aération adéquate du filtre. Certains sont raccordés aux conduites de collecte du filtrat alors que d'autres sont reliés à la couche de pierre ou aux chambres d'infiltration au-dessus du filtre.

Pour les FIR, on doit uniquement raccorder des événements à l'extrémité de chaque conduite de collecte du filtrat (Connecticut Department of Environmental Protection, 2006).

### **7.5.6 Piézomètres**

On devrait installer au moins deux piézomètres pour un filtre granulaire intermittent (enfouis ou à recirculation) de 300 m<sup>2</sup> ou moins. Un des deux devrait être placé à la surface supérieure du milieu filtrant et l'autre devrait être fixé dans le fond de la couche drainante (Washington State Department of Health, 2016; Jantrania et Gross, 2006). Comme pour les éléments épurateurs (chapitre 6 – section 6.3.9), on devrait installer deux piézomètres supplémentaires (un à la surface et un dans le fond) pour chaque tranche de superficie de 300 m<sup>2</sup> additionnelle.

### **7.5.7 Sécurité**

Le FIR étant un système non recouvert de sol, on devrait indiquer la zone de traitement d'eaux usées clairement sur le site. Si l'endroit est accessible par le public, il y a lieu de clôturer l'installation.

PRÉLIMINAIRE

## 7.6 Exploitation

### 7.6.1 Suivi et inspections

L'exploitation d'un filtre intermittent est semblable à celle d'une installation septique.

Le dessus des filtres et leurs alentours doivent rester exempts de végétaux à racines profondes. On devrait éviter toute circulation motorisée au-dessus des filtres pour ne pas compacter le sol (Jantrania et Gross, 2006).

L'inspection et l'entretien réguliers des ouvrages de prétraitement (fosse septique, préfiltres, piège à matières grasses), du système de distribution sous faible pression (poste de pompage, regard de répartition, conduites) ainsi que du bassin de mélange (dans le cas d'un FIR) sont des tâches essentielles.

Tout système de distribution est susceptible d'avoir des orifices bouchés. Il devrait donc être nettoyé une fois par an (US EPA, 2002, Rhode Island Department of Environmental Management, 2010). Une mesure de pression résiduelle en bout du réseau de distribution devrait être faite au moins une fois par an. Par ailleurs, les pompes devraient être recalibrées chaque année (US EPA, 2002).

Dans le cas d'un FIR, il faut vérifier chaque année (ou plus fréquemment) s'il y a des boues accumulées dans le bassin de mélange. Ces boues devraient être vidangées si leur épaisseur dépasse 25 cm. Chaque trimestre, il faut également vérifier et ajuster le fonctionnement des équipements de dosage, dont le dispositif de recirculation, en fonction des débits réels, du temps de marche des pompes et des variations de niveau dans le bassin de mélange (US EPA, 1999).

### 7.6.2 Colmatage

Comme les éléments épurateurs ou champs de polissage, les filtres intermittents sont sujets au colmatage progressif de leur média filtrant en raison de l'accumulation de solides inertes (non biodégradables) présents dans l'affluent ou produits par le métabolisme de la biomasse.

À noter qu'une surcharge organique peut mener à la croissance en abondance de biomasse et à la surproduction de polysaccharides et d'autres éléments constituant le biofilm (Connecticut Department of Environmental Protection, 2006) qui peuvent causer un colmatage supplémentaire. Si le colmatage devient sévère, le temps de réaération naturelle pourrait devenir insuffisant en raison d'une perte de conductivité hydraulique importante du milieu filtrant. Le filtre peut alors se retrouver en conditions anaérobies, ce qui altérera les performances du traitement (Connecticut Department of Environmental Protection, 2006).

Par ailleurs, le Département de protection de l'environnement du Connecticut (2006) a constaté qu'un colmatage saisonnier pouvait survenir dans les filtres intermittents lors de la transition entre l'hiver et le printemps. Dans le but de réduire voire d'éliminer le colmatage saisonnier apparu, il est proposé de mettre au repos un filtre à la fois pour une durée d'un mois ou plus. La remise en service du filtre devrait ensuite se faire progressivement en commençant par appliquer des taux de charge plus faibles qu'en conditions normales d'exploitation, le temps que la biomasse se reconstitue.

Dans le cas où le milieu filtrant présenterait du colmatage, la US EPA (2002) indique elle aussi que la mise en repos du filtre ou la diminution des dosages peut être bénéfique.

### **7.6.3 Manuel d'exploitation**

Un manuel d'exploitation détaillé doit permettre à l'exploitant de bien comprendre le fonctionnement du système, de le renseigner sur les tâches d'inspection et d'entretien préventif de ses différents composants et leur fréquence, ainsi que sur les critères d'intervention (comme le niveau d'eau dans les piézomètres indiquant un début de colmatage).

Des recommandations plus détaillées sur l'entretien des filtres intermittents de même que sur la préparation du manuel d'exploitation sont présentées dans la littérature (dont Dubé et collab., 1996 ; US EPA, 2002 ; Rhode Island Department of Environmental Management, 2010).

PRÉLIMINAIRE

## 7.7 Références bibliographiques

- AFNOR (1992). *Mise en œuvre des dispositifs d'assainissement autonome*, P 16-603 Référence DTU 64.1, France, 55 p.
- AMEVET, A. F. et J. LESAVRE (1993). *Épandage souterrain collectif : état de la pratique*, Agence de l'eau Seine-Normandie, France, 310 p.
- ANDERSON, D. L., R. L. SIEGRIST et R. J. OTIS (1985). *Technology Assessment of Intermittent Sand Filters*, RSE Incorporated Engineers/Soil Scientists Madison, WI, Cincinnati, OH, Municipal Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, 40 p.
- BALL, J. L. et G. D. DENN (1997). « Design of Recirculating Sand Filters Using a Standardized Methodology », *Site Characterization and Design of On-site Septic Systems, ASTM STP 1324*, Philadelphie, American Society for Testing and Materials, 14 p.
- BOUNDS, T. R. (1990). *Design criteria for recirculating sand filters*, Oregon City, Oregon, Wastewater Short Course at Clackamas Community College, 13 p.
- CHECK, G. G., D. H. WALLER, S. A. LEE, D. A. PASK et J. D. MOOERS (1994). « The Lateral-Flow Sand-Filter System for Septic-Tank Effluent Treatment », *Water Environment Research*, vol. 66, n° 7, p. 919-928.
- CONNECTICUT DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION (2006). *Guidance for design of largescale on-site wastewater renovation systems*, Bureau of Materials Management and Compliance Assurance, écrit par Nathan L. Jacobson & Associates, inc., 456 p.
- CRITES, R. et G. TCHOBANOGLOUS (1998). *Small and Decentralized Wastewater Management Systems*, États-Unis, McGraw-Hill Science/Engineering/Math, 1104 p.
- DARBY, J., G. TCHOBANOGLOUS, A. NOR et D. MACIOLEK (1996). « Shallow Intermittent Sand Filtration: Performance Evaluation », *The Small Flows Journal*, vol. 2, n° 1, p. 3-15.
- DUBÉ, J.-P., C. ROY et S. ROULEAU (1996). *Les épandages souterrains et les filtres intermittents dans les installations septiques communautaires, [s. l.]*, SQAÉ, MEF et EAT environnement inc.
- EMERICK, R. W., R. M. TEST, G. TCHOBANOGLOUS et J. DARBY (1997). « Shallow Intermittent Sand Filtration: Microorganism Removal », *The Small Flows Journal*, vol. 3, n° 1, p. 12-22.
- JANTRANIA, A. R. et M. A. GROSS (2006). *Advanced Onsite Wastewater Systems Technologies*, Boca Raton, Florida, CRC Press, 261 p.
- LOUDON, T. L. (1996). « Recirculating Sand Filter », *Ohio Water Quality & Waste Management Conference on Sand Filters for On-Site and Small Community Wastewater Treatment*, Columbus, Ohio.
- METCALF & EDDY INC. (M&E) (1991). *Wastewater Engineering : Treatment, Disposal and Reuse*, 3<sup>e</sup> éd., New York, États-Unis, McGraw-Hill Education.
- OREGON DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL QUALITY (1995). « Oregon Administrative Rules Chapter 340 – Divisions 71 and 73 », *On-Site Sewage Disposal Rules*, Salem, Oregon.
- PILUK, R. J. et E. C. PETERS (1994). « Small Recirculating Sand Filters for Individual Homes », *Proceedings of the 7th International Symposium on Individual and Small Community Sewage Systems*, ASAE, p. 310-318.

RHODE ISLAND DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT (2010). *Guidelines for the design and use of sand filters and pressurized shallow-narrow drainfields*, [s. l.], [s. é.], 50 p.

ROY, C. (1995). *Le filtre intermittent à recirculation : comportement et efficacité en climat froid*.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1999). *Decentralized Systems Technology Fact Sheet – Recirculating Sand Filters*, EPA 832-F-99-079, Washington, D.C., Office of Water, 7 p.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2002). *Onsite Wastewater Treatment Systems Manual*, EPA/625/R-00/008, [s. l.], Office of Water et Office of Research and Development, 367 p.

WASHINGTON STATE DEPARTMENT OF HEALTH (2016). *Recommended standards and guidance for performance, application, design and operation and maintenance – Intermittent sand filter systems*, DOH 337-007, 36 p.

PRÉLIMINAIRE



**Environnement,  
Lutte contre  
les changements  
climatiques,  
Faune et Parcs**

**Québec** 