

Tables des matières

8A. Microtamisage (filtration sur toile) – Préliminaire	1
8A.1 Principes de fonctionnement	2
8A.2 Caractéristiques	3
a) Configuration.....	3
b) Matériaux.....	3
c) Sens d'écoulement.....	5
d) Système de rétrolavage.....	6
8A.3 Critères de conception	8
a) Prétraitement (ajouts de produits chimiques).....	8
b) Profil hydraulique.....	9
c) Taux de charge hydraulique et massique.....	10
d) Système de rétrolavage.....	11
8A.4 Rendement.....	11
a) Matières en suspension.....	12
b) Phosphore.....	12
8A.5 Installation	13
8A.6 Exploitation	13
a) Nettoyage chimique.....	14
b) Entretien.....	14
8A.7 Résumé des critères de conception.....	16
Tableau 8A.5 – Sommaire des critères de conception du microtamisage	16
8A.8 Références	16
Annexe 1	21

Liste des tableaux

Tableau 8A.1 – Principaux avantages des microtamis	2
Tableau 8A.2 – Avantages et inconvénients des microtamis « IE » et « EI ».....	6
Tableau 8A.3 – Activités d’entretien préventif et fréquence	15
Tableau 8A.4 – Répartition des coûts de fonctionnement (Kängsepp et collab., 2016)...	15
Tableau 8A.5 – Sommaire des critères de conception du microtamisage	16
Tableau 8A.6 – Réduction en MES rapportée pour divers traitements et maillages	21
Tableau 8A.7 – Réduction en phosphore et en MES rapportée dans diverses études	22

Liste des figures

Figure 8A.1 – Efficacité de séparation en fonction de la taille des particules (Ljunggren, 2006)	2
Figure 8A.2 – Schéma a) Filtre à tambour et b) Filtre prismatique (adapté de M&EA, 2014)	4
Figure 8A.3 – Fibres a) tissées et b) entremêlées (Perret et Canler, 2013).....	5
Figure 8A.4 – Schéma de filtre à disques de type a) « IE » (Veolia Water Technologies, 2016) et b) « EI » (Aqua-Aerobic Systems, 2019)	7

Liste des abréviations

DBO _{5C}	demande biochimique en oxygène carbonée après 5 jours (mg/l)
EED	enregistreur électronique de débordement
IE et EI	intérieur vers extérieur et extérieur vers l’intérieur
MES	matières en suspension (mg/l)
P _t	phosphore total (mg/l)
Q	débit moyen de conception (m ³ /d)
TCH	taux de charge hydraulique (m ³ /m ² /h) ou vitesse de filtration (m/h)
TCM	taux de charge massique en MES (g/m ² /h)
t _{lavage}	temps de rétrolavage (s)
t _{total}	temps total de filtration, incluant les rétrolavages (s)
UV	désinfection par rayonnement ultraviolet
%RL	degré de colmatage (% du temps de retrolavage)
%EL	quantité d’eau de lavage (%)
h	perte de charge (mm)

Addenda chapitre 8 – Traitement tertiaire

Le chapitre 8.1 sur la déphosphatation sera révisé pour inclure le microtamisage comme technologie de séparation solide-liquide en traitement tertiaire (polissage). D'ici la révision complète du *Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique*, cette nouvelle section est disponible sous forme d'addenda. Étant donné la documentation abondante dans la littérature scientifique et technique, tant sur les critères de conception que sur les rendements, les microtamis en postfiltration sont considérés comme faisant partie des technologies conventionnelles déjà éprouvées. De plus, plusieurs entreprises fabriquent et distribuent cette technologie au Québec.

8A. Microtamisage (filtration sur toile) – Préliminaire

Le microtamisage est une technologie de filtration de surface qui enlève les particules contenues dans un liquide par tamisage mécanique à travers une toile mince. Ce procédé, également connu sous le nom de « filtration sur toile », est utilisé pour réduire davantage les concentrations en matières en suspension (MES) et en phosphore total (P_T) lorsque les normes de rejet sont plus contraignantes, pour diminuer la quantité d'algues (Tooker et collab., 2012) ainsi que pour améliorer la performance des traitements avancés subséquents (ex. : désinfection UV). Ce chapitre traite des filtres à disques, à tambour et prismatiques.

Les microtamis peuvent être installés en postfiltration, à l'aval de l'unité de séparation solide-liquide d'un système de traitement biologique secondaire. Comme c'est le cas pour la filtration granulaire, **une concentration journalière supérieure à 35 mg MES/l (excluant les boues chimiques en postprécipitation) n'est pas recommandée à l'affluent du microtamis.**

Le premier microtamis sous forme de filtre à tambour a été construit en 1940 et la première installation visant le polissage d'un effluent secondaire a été mise en service en 1950 en Grande-Bretagne (Ljunggren, 2006). Les premiers essais pour combiner les microtamis avec la déphosphatation chimique datent quant à eux de 1970 (Langer et collab., 2011). Les microtamis sous forme de filtres à disques ont été introduits aux États-Unis au début des années 1990 (Batek et collab., 2011) et sont largement utilisés à des fins de recyclage de l'eau (California Title 22 Approval¹). Aujourd'hui, grâce aux nombreuses améliorations qui ont été apportées à cette technologie, le nombre de microtamis en exploitation pour différentes applications dans le monde excède 10 000 installations (Väänänen, 2017).

Le tableau 8A.1 résume leurs principaux avantages (Hathaway et Szekeress, 2009; Donohue & Associates, Inc., 2014). Il faut toutefois savoir que l'installation d'un équipement mécanisé comme les microtamis nécessite un suivi et des activités d'entretien réguliers qui ajoutent une certaine complexité d'exploitation, notamment pour les ouvrages de type « étangs aérés », où le personnel est moins présent et a moins de contrôle sur le traitement en amont des filtres.

¹ Le document [Alternative Treatment Technology Report for Recycled Water](#) (CSWRCB, 2014) présente les microtamis approuvés par le Title 22 Code of Regulation de la Division of Drinking Water (DDW) – California Water Boards et les critères de qualité minimale qu'ils doivent respecter pour réutiliser l'eau.

Tableau 8A.1 – Principaux avantages des microtamis

Grande capacité de filtration, filtration continue durant le rétrolavage	Faible emprise au sol
Qualité constante de l'effluent	Faible tête hydraulique requise
Bonne capacité d'adaptation aux variations de débits et de charges	Faible volume d'eau de lavage
Système automatisé, flexible et simple d'exploitation et d'entretien	Coûts d'investissement et d'exploitation faibles à modérés

8A.1 Principes de fonctionnement

En filtration superficielle, la toile agit comme une barrière physique qui laisse passer en continu le liquide par gravité et retient efficacement les particules ayant une taille supérieure à celle des pores (zone B). Un certain pourcentage de particules dont la taille est inférieure à celle des pores (zone A) est également enlevé grâce à la formation d'un gâteau à la surface de la toile (autofiltration) et à l'absorption des particules au travers de celle-ci (maturation). La figure 8A.1 montre l'influence de la taille des particules à filtrer sur l'efficacité de la séparation.

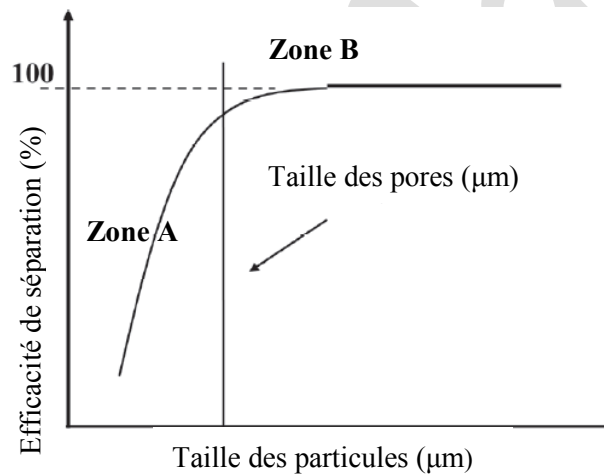


Figure 8A.1 – Efficacité de séparation en fonction de la taille des particules (Ljunggren, 2006)

À mesure que la toile s'encrasse, l'efficacité de séparation augmente, mais la capacité de filtration diminue. Conséquemment, la perte de charge dans le système augmente, de même que le niveau d'eau en amont du filtre. Lorsque ces derniers atteignent un seuil prédéterminé, un cycle de rétrolavage est amorcé automatiquement. Celui-ci peut également être déclenché manuellement, par minuterie, ou être en mode continu. Aucun réservoir d'eau additionnel n'est nécessaire, car le lavage s'effectue à l'aide du filtrat contenu dans le microtamis. **L'eau de lavage est retournée en tête de traitement ou en amont du décanteur secondaire.** Elle peut aussi être dirigée vers la ligne solide si ses caractéristiques et les équipements sont compatibles avec le système de gestion des boues. Généralement, le cycle de rétrolavage est court et fréquent, il s'arrête après un nombre de rotations ou un temps prédéterminé selon la hauteur d'eau à l'affluent du microtamis. La filtration est continue, même pendant le rétrolavage.

Avec le temps, la toile peut se colmater de façon trop importante par l'accumulation de particules et la formation d'un biofilm. Lorsque le rétrolavage en mode continu n'est pas suffisant pour faire diminuer la perte de charge en dessous de la valeur terminale fixée, un nettoyage extensif (haute pression ou chimique, section 8A.6 Exploitation) doit être réalisé. Si les nettoyages chimiques ne suffisent pas à rétablir une capacité de filtration suffisante, le remplacement de la toile est alors nécessaire.

8A.2 Caractéristiques

Les microtamis se différencient selon plusieurs paramètres qui varient en fonction des fabricants : la configuration, le sens d'écoulement, les matériaux, le système de nettoyage, etc.

a) Configuration

Il y a trois principaux types de configurations pour les microtamis. Ceux-ci peuvent prendre la forme d'un tambour, de prismes ou de disques (Johnson et collab., 2008; Väänänen, 2017).

- Le filtre à tambour (figure 8A.2a) est un cylindre horizontal en constante rotation. Il est principalement utilisé pour traiter le débit des très petites et petites stations ($Q < 2\,500\text{ m}^3/\text{d}$) ou pour le tamisage fin ($< 1\text{ mm}$) en prétraitement.
- Le filtre prismatique (figure 8A.2b) a de grandes capacités de filtration. Il est utilisé pour traiter le débit des très grandes stations ($Q > 50\,000\text{ m}^3/\text{d}$) ou pour remplacer les systèmes de filtration granulaire en fin de vie.
- Le filtre à disques (figure 8A.4) est de plus en plus répandu. Il consiste en plusieurs segments de toile assemblés autour d'une conduite horizontale formant des disques verticaux en parallèle. Il peut traiter le débit des petites à grandes stations ($500 < Q < 50\,000\text{ m}^3/\text{d}$).

Les petites unités peuvent être préassemblées dans des cuves en acier (carboné ou inox) hors sol, tandis que les plus grandes unités sont installées dans des réservoirs en béton (existants ou construits sur place).

b) Matériaux

Le filtre poreux consiste en une toile métallique ou en un tissu synthétique qui permet une filtration à deux ou trois dimensions (surface et profondeur).

- Les toiles bidimensionnelles sont en acier inoxydable ou en polyester (figure 8A.3a), tissées selon un patron régulier (plat, satiné, sergé, etc.). Les toiles peuvent être planes ou plissées, leur épaisseur est de l'ordre du « μm » et la taille du maillage (ouvertures) est fixe et absolue.
- Les toiles tridimensionnelles sont composées de fibres en polyester ou en polyamide, fixées dans une trame de support (*pile*) ou entremêlées aléatoirement (*needlefelt*, figure 8A.3b), ce qui est moins performant selon Lin et collab. (2008a). Leur épaisseur est de l'ordre du « mm » et la taille du maillage est variable et nominale.

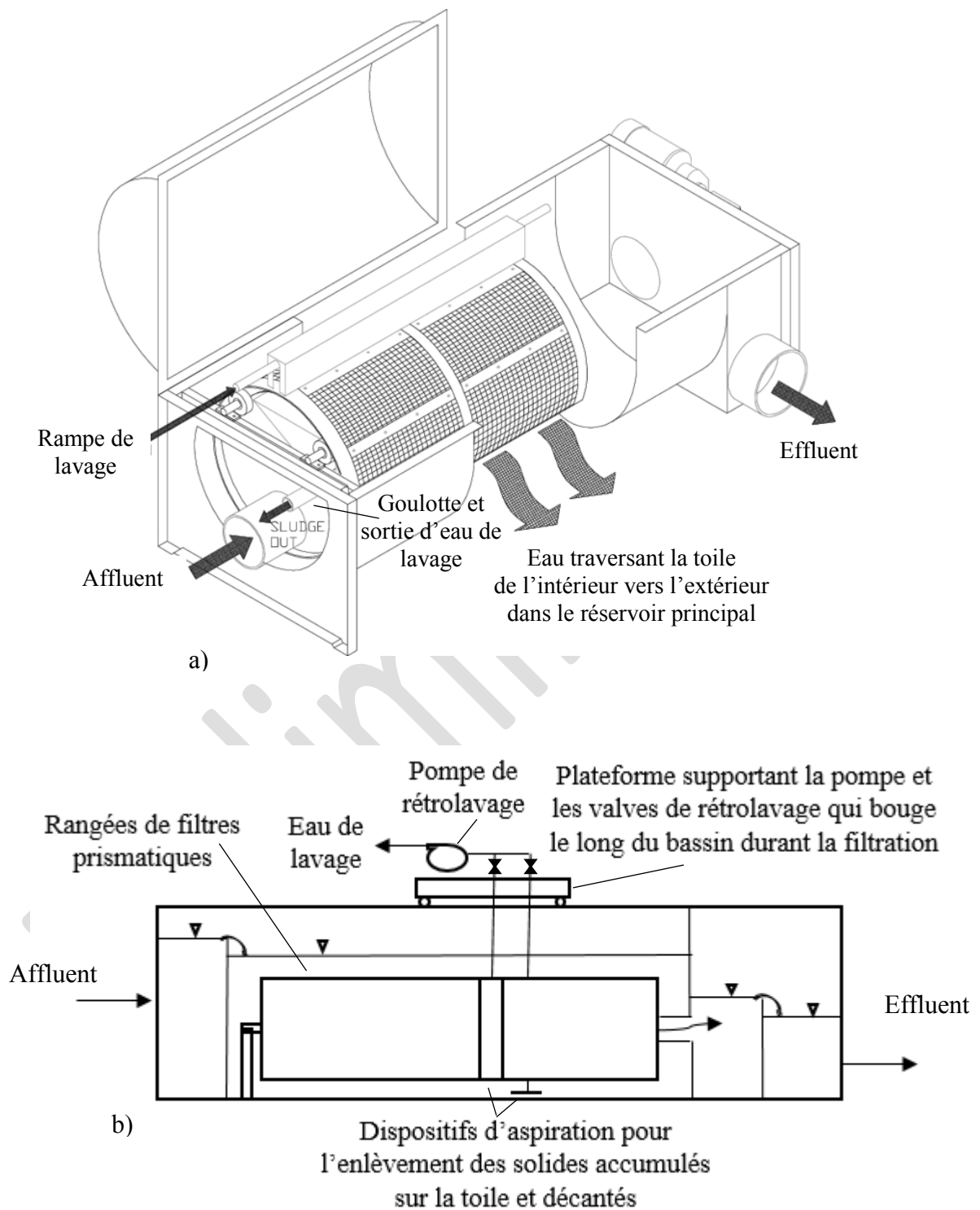


Figure 8A.2 – Schéma a) Filtre à tambour et b) Filtre prismatique (adapté de M&EA, 2014)

La taille des ouvertures de ce type de filtre varie de 5 à 40 μm . Toutefois, le maillage généralement recommandé en traitement tertiaire après un décanteur secondaire est de 10 μm . Le choix de la toile (matériau, maillage, épaisseur, densité, etc.) dépend des caractéristiques de l'affluent (MES, P_t , taille des particules), de la qualité de l'effluent et de la capacité hydraulique désirés, des produits chimiques utilisés pour les nettoyages, de la facilité de nettoyage (sensibilité au colmatage) et de la résistance mécanique voulue à long terme. Les autres éléments de support sont en polyéthylène ou en acier inoxydable.

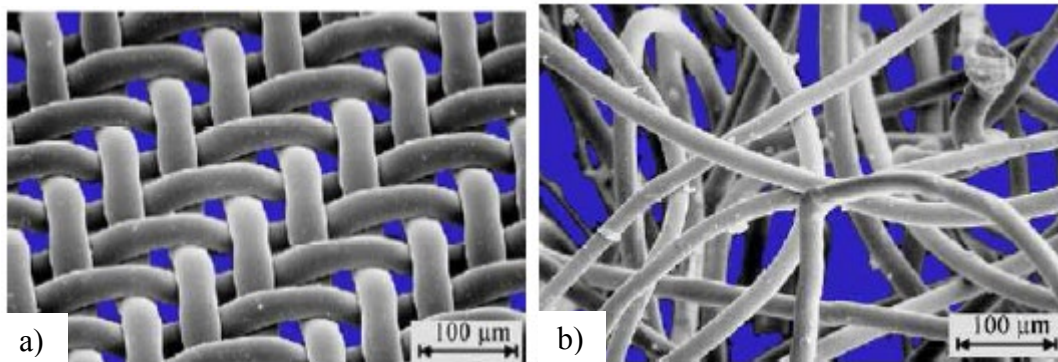


Figure 8A.3 – Fibres a) tissées et b) entremêlées (Perret et Canler, 2013)

c) Sens d'écoulement

L'eau à traiter peut passer au travers de la toile selon deux directions d'écoulement, soit de l'intérieur vers l'extérieur (IE) ou de l'extérieur vers l'intérieur (EI).

- Dans le cas d'un écoulement de type « IE », le filtre est partiellement submergé dans l'eau traitée (50-70 %). L'affluent entre dans les disques par une conduite commune, puis traverse la toile, pour ensuite se retrouver dans le réservoir principal, où le filtrat est évacué par surverse.
- Pour l'écoulement de type « EI », le filtre est complètement submergé dans l'eau à traiter et les solides grossiers décantent au fond du réservoir. L'affluent passe au travers de la toile, puis le filtrat contenu à l'intérieur des disques est évacué par une conduite commune.

D'autres configurations sont également disponibles, notamment les systèmes avec filtration tangentielle dynamique. Étant donné le peu d'information disponible et le nombre insuffisant de fabricants, ceux-ci ne seront pas abordés dans ce chapitre du guide.

La figure 8A.4 montre les deux types de filtres à disques et le tableau 8A.2 présente les avantages et inconvénients de chacun d'eux (Hathaway et Szekeress, 2009; Gutierrez, 2010).

Tableau 8A.2 – Avantages et inconvénients des microtamis « IE » et « EI »

« IE »	« EI »
Aucun équipement additionnel pour les boues décantées	Décantation des boues qui réduit la charge massique et la fréquence des lavages
Hauteur du réservoir moins élevée, remplacement des panneaux simples	Plus grande superficie de filtration (immersion totale), plus grande capacité
Volumes d'eau et pression de lavage moins élevés	Nettoyage périodique ou système de collecte des écumes et déchets flottants requis
Accès à sec par l'extérieur pour l'inspection et l'entretien	Mise hors service et drainage partiel du réservoir pour le nettoyage périodique sous pression

d) Système de rétrolavage

Le mode de rétrolavage des microtamis varie selon la direction d'écoulement.

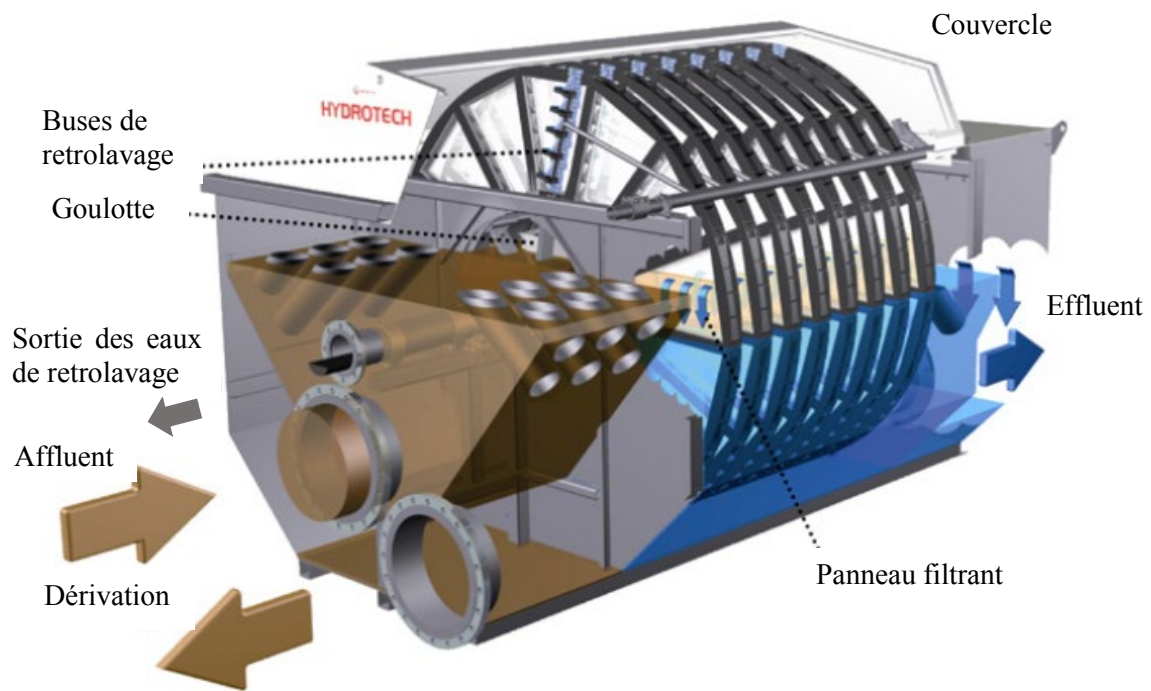
« IE »

Pour les filtres de type « IE », une pompe aspire l'eau filtrée contenue dans le réservoir principal, puis alimente une rampe de lavage. Celle-ci est munie de buses réparties dans la partie supérieure non submergée des disques. Le passage de l'eau sous pression de chaque côté des disques en rotation déloge les MES accumulées sur la face intérieure de la toile. L'eau de lavage est ensuite récupérée dans une goulotte située dans la partie supérieure du tambour central et sort du filtre par gravité. Pour réduire au minimum le risque de colmatage des buses, il est recommandé d'installer un filtre (*backwash strainer*) à l'aval de la pompe.

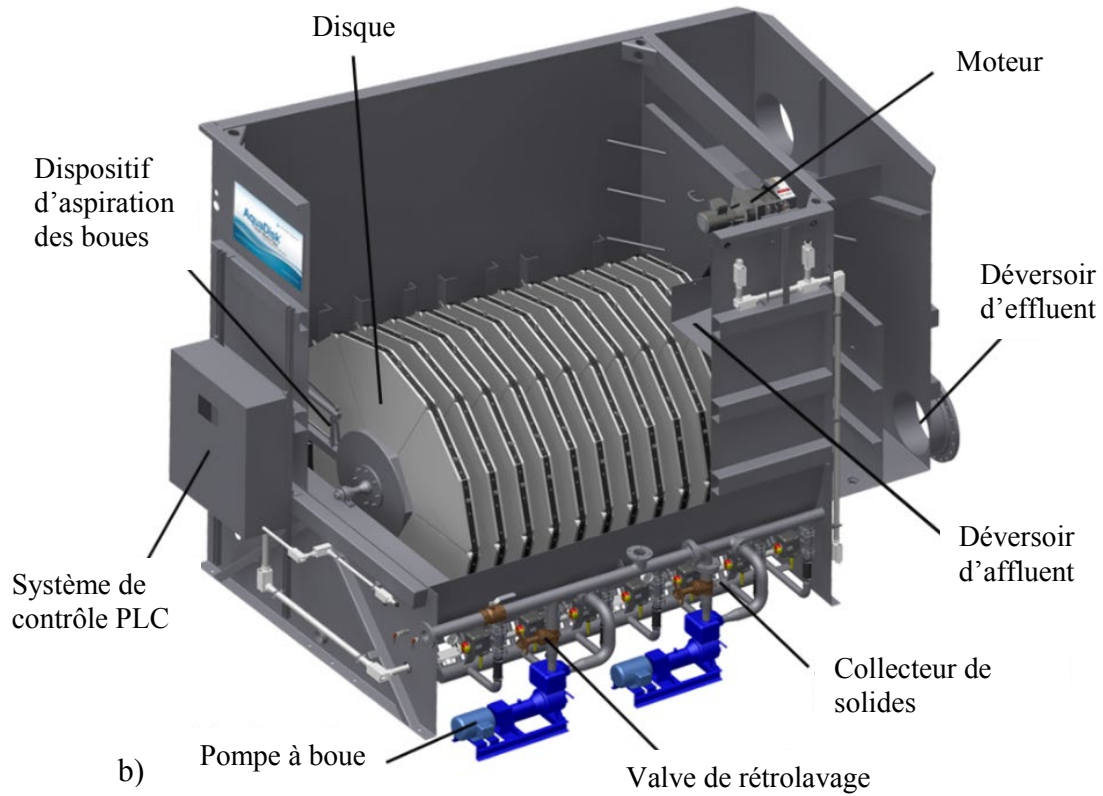
« EI »

Pour les filtres de type « EI », une pompe d'aspiration est mise en fonction et un moteur amorce la rotation lente des disques ou du dispositif d'aspiration par groupe. Les têtes d'aspiration sont situées de part et d'autre de chaque disque et sont en contact avec une petite fraction de la toile. Au passage du dispositif d'aspiration, l'écoulement à contre-courant de l'eau filtrée contenue à l'intérieur des disques déloge les MES accumulées à l'extérieur et dans la toile. Les boues décantées au fond du réservoir sont purgées périodiquement (quelques heures) à l'aide d'une seconde pompe ou d'un jeu de valves automatisé lorsque le cycle de rétrolavage n'est pas en fonction. Pour l'enlèvement des écumes et déchets flottants, la mise en place d'une écumoire ou d'un autre système de collecte est recommandée (Underwood et collab., 2002).

Un lavage sous pression est réalisé une à trois fois par semaine. Lors de celui-ci, le réservoir principal est drainé du tiers ou de moitié et un jet d'eau traitée sous pression asperge l'extérieur des disques en rotation lente.



a)



b)

Figure 8A.4 – Schéma de filtre à disques de type a) « IE » (Veolia Water Technologies, 2016) et b) « EI » (Aqua-Aerobic Systems, 2019)

8A.3 Critères de conception

Le microtamis doit être en mesure de produire la qualité de filtrat désirée de manière constante et de maintenir un service continu pour un large éventail de débits et de conditions de filtration selon les variations journalières et saisonnières de l’affluent à traiter (Rossi, 2014).

Les performances d’abattement, la capacité de filtration et le développement de la perte de charge dans le microtamis sont affectés par plusieurs facteurs qui varient selon les sites. Pour guider la conception, des comparaisons avec des installations similaires, l’utilisation de modèles empiriques (ex. : relation de Boucher – US EPA, 1975), des bancs d’essai de filtration en laboratoire, des analyses de la distribution de la taille des particules ou des essais pilotes sont recommandés (Ljunggren, 2006). Des essais pilotes à court terme (1-2 semaines) à capacité maximale, ou à long terme (4-6 semaines) lorsque diverses conditions de filtration doivent être testées, peuvent être effectués (Mattsson et collab., 2009). Leur pertinence doit être justifiée selon la taille du projet, l’échéance, le budget, les ressources disponibles ainsi que la qualité désirée des prédictions.

a) Prétraitement (ajouts de produits chimiques)

L’ajout de réactifs chimiques en postprécipitation à l’amont des microtamis est nécessaire pour maximiser l’enlèvement des MES de petite taille ($< 10 \mu\text{m}$) et du phosphore. Dans la littérature consultée, on constate que l’addition de coagulant et de polymère était effectuée dans tous les cas. L’ajout de coagulant seul engendre des précipités inorganiques fins et fragiles qui peuvent traverser la toile. L’addition de polymère est donc essentielle pour que se développent des floes larges avec une bonne cohésion qui résistent au cisaillement exercé par le passage de l’eau au travers de la toile. Leur ajout peut se faire par des réservoirs de mélange (coagulation et floculation) à l’amont des microtamis. Le coagulant peut aussi être ajouté à l’aide d’un mélangeur statique en ligne.

Compte tenu de l’information recueillie dans la littérature, **l’ajout de coagulant et de polymère en postprécipitation est toujours requis après la décantation en amont du microtamis**, sans quoi la performance de filtration devient dépendante des dimensions des floes et donc, plus aléatoire. Lorsque le filtre est installé à l’aval d’un traitement de type « étangs aérés », l’ajout de coagulant et de polymère après les étangs est également nécessaire étant donné la présence de micro-algues et la taille des floes plus faible qu’à la sortie du décanteur secondaire d’une boue activée (Leblond, 2020; WEF et ASCE, 2010).

Le type de réactifs chimiques, le dosage et les conditions de mélange dans les bassins (intensité et temps de rétention) ont une incidence sur la performance de filtration ainsi que sur la fréquence de lavage des toiles (Lynne et collab., 2015; Väänänen, 2017; WEF et ASCE, 2010). L’ajout de coagulant induit la formation de MES qui doivent être prises en compte dans la charge massique appliquée sur les disques. La section 8.1.3 présente les critères concernant la conception des équipements de coagulation (mélange rapide) et de floculation.

La présence de plusieurs points d'injection permet de réduire le dosage total de réactifs, de réduire la charge solide sur la toile, de prolonger la durée du cycle de filtration, de diminuer le volume d'eau de lavage et d'atteindre de plus faibles concentrations ($< 0,15 \text{ mg P/l}$) à l'effluent (Hart et collab., 2012, cités par Rossi, 2014; Reid et collab., 2014).

b) Profil hydraulique

L'évaluation du profil hydraulique requis à l'amont et à l'aval du microtamis doit considérer la perte de charge à travers tout le système de filtration lorsque les filtres sont encrassés.

Une tête hydraulique totale entre 750 et 1 200 mm est généralement requise pour le fonctionnement des filtres en mode gravitaire (WEF et ASCE, 2010). Cette valeur tient compte de la perte de charge par les déversoirs à l'entrée et à la sortie du système ainsi que la perte de charge maximale à travers les toiles colmatées. Une alimentation gravitaire doit être favorisée le plus souvent possible. Si la tête d'eau disponible n'est pas suffisante, une attention particulière doit être portée au choix des équipements de pompage pour réduire au minimum le cisaillement des floes formés.

Lorsqu'un cycle de rétrolavage se termine, la perte de charge au travers de la toile varie entre 50 et 100 mm au débit moyen (WEF et ASCE, 2010). À mesure que la toile s'encrasse, **la perte de charge (h) augmente jusqu'à atteindre une valeur terminale de 200-450 mm (300 mm typiquement)**. La pression différentielle ne doit pas excéder la valeur maximale déterminée par le fabricant, et ce, pour éviter le détachement des particules vers l'effluent ou le bris des toiles. Conséquemment, un système de dérivation (*by-pass*) est requis à l'amont des microtamis pour optimiser la durée de vie des toiles (M&EA, 2014). Il doit être visible et instrumenté par un enregistreur électronique de débordement (EED) pour faciliter le suivi d'exploitation. Les dérivation en temps sec ne sont pas permises, et la norme supplémentaire de dérivation à la station doit être respectée.

Le contrôle du niveau d'eau dans le microtamis est réalisé à l'aide de sondes de niveau et de déversoirs à l'amont et à l'aval du réservoir principal (Degremont, 2011). Ces derniers sont recommandés pour dissiper l'énergie de l'affluent et limiter la pression différentielle sur la toile (Johnson et Dalton, s. d.). Les sondes de niveau permettent un contrôle plus fin des pertes de charge opérationnelle selon l'encrassement des toiles (Ljunggren, 2006).

Lorsque plusieurs microtamis sont en parallèle, chaque unité doit être indépendante et avoir ses propres déversoirs pour que la répartition hydraulique soit homogène. De plus, la perte de charge est différente d'un filtre à l'autre étant donné que leur cycle de rétrolavage n'a pas lieu en même temps. Cela permet d'éviter les pointes de MES en tête de traitement et à l'effluent (Furuya et collab., 2005; Bourgeois et collab., 2003).

c) *Taux de charge hydraulique et massique*

Les microtamis doivent être conçus de façon à maintenir une capacité de filtration suffisante à un taux de charge hydraulique (TCH) maximal et un taux de charge massique (TCM) élevé tout en atteignant les performances visées en conditions normales. **Le taux de charge hydraulique se situe typiquement entre 14 et 16 m³/m²/h au débit de pointe horaire (WEF et ASCE, 2010) à 20 °C. En conditions moyennes, la vitesse de filtration varie entre 4 et 12 m/h**, selon la concentration en MES à l'affluent, la température, la taille des pores, le pourcentage d'immersion, la perte de charge et la résistance de la toile (Perret et Canler, 2013; US EPA, 1975).

Le taux de charge massique maximal admissible sur la toile varie également d'un modèle à l'autre. Il est obtenu lorsque le lavage est en mode continu (100 %RL) et que la perte de charge dans le filtre atteint la valeur maximale fixée par le fabricant, c'est-à-dire quand l'affluent doit être dérivé (Perret et Canler, 2013). Pour une concentration en MES à l'affluent de 30 mg/l et une vitesse de filtration de 7,5 à 13 m/h, elle est d'environ 225 à 400 g MES/m²/h à capacité maximale (Perret et Canler, 2013). Il faut également tenir compte de l'ajout de MES formées par la précipitation avec le coagulant. Les microtamis sont aussi en mesure d'atténuer quelques pointes occasionnelles de courte durée (ex. : de 50 à 75 mg MES/l). En aucun cas, ces filtres tertiaires ne sont proposés ou mis en place pour pallier un manque de capacité ou un dysfonctionnement des décanteurs secondaires (Mattsson et collab., 2009; Langer et collab., 2011). L'installation de microtamis de 10 µm en postfiltration ne peut pas être envisagée lorsqu'un relargage soutenu de MES (> 35 mg/l) se produit en aval des étangs aérés ou pour retarder la vidange des boues.

On calcule la superficie de filtration requise en divisant le débit de pointe horaire par la vitesse de filtration admise sur la toile donnée par le fabricant. Un facteur de sécurité (ex. : 10 %) est ensuite appliqué sur la surface de filtration obtenue. **En hiver, la température froide influence la viscosité et la densité de l'eau à traiter et réduit les vitesses de filtration.** Le concepteur doit en tenir compte lors du dimensionnement. Pour maintenir la capacité de conception lors de l'entretien d'un filtre, **un minimum de deux unités en parallèle (redondance) est recommandé pour traiter le débit de pointe** (US EPA, 1975). On détermine le nombre de disques par unité en divisant la surface de filtration obtenue précédemment par la surface effective d'un seul disque. Cette dernière doit exclure la portion non submergée de la toile ainsi que les zones bloquées par les éléments structuraux. **Une vérification du taux de charge massique doit être effectuée de façon à s'assurer que la valeur de 225 g MES/m²/h est respectée en toutes conditions avec la surface effective considérée.**

Lorsque le microtamis est installé en aval d'étangs aérés, le débit à considérer est celui qui correspond à une fréquence de dérivation de 5 % du temps (95^e percentile) sur les débits moyens journaliers des cinq dernières années (facteur de pointe journalier d'environ 1,7). De plus, une redondance n'est pas nécessaire, si les étangs en amont offrent un volume tampon suffisant pour pallier un arrêt temporaire des microtamis et éviter la dérivation.

d) Système de rétrolavage

Le système de rétrolavage doit nettoyer efficacement la toile pour rétablir rapidement la perte de charge initiale. Les éléments de rétrolavage (pompe, conduite, valve) doivent être conçus selon le débit de pointe horaire (WEF et ASCE, 2010). Le volume et la pression d'eau de lavage sont établis en fonction de la taille du disque et de sa vitesse de rotation (US EPA, 1975). La pression appliquée et la vitesse de rotation varient d'un fabricant à l'autre, mais sont typiquement de 3-4 bars (50 psi) et 1 rpm pour les filtres «EI» ainsi que de 7-8 bars (110 psi) et 0,5-3 rpm pour les filtres «IE» (Väänänen, 2017). **La quantité d'eau traitée utilisée pour le lavage (%EL) varie typiquement de 0,5 à 5 % du débit entrant selon la porosité et la qualité de l'eau à traiter, mais peut aller jusqu'à 8 % pour les systèmes par aspiration.** Le contenu en matières solides des eaux de lavage à retourner en tête, ou à envoyer à la ligne solide selon leur compatibilité, varie entre 0,1 et 0,75 % (Väänänen, 2017; Kängsepp et collab., 2016). **Le concepteur doit tenir compte de cette charge additionnelle dans le bilan de masse de la station (500-1 000 mg MES/l)** (Langer et collab., 2017). Selon Langer et collab. (2017), les boues issues des eaux de lavage ont de très bonnes propriétés de décantation (IVB <50 ml/g). Les rétrolavages durent généralement entre 30 et 90 secondes et peuvent être réalisés après un certain nombre de minutes ou d'heures, ou en continu selon la perte de charge à travers la toile.

La goulotte qui collecte l'eau de lavage pour les microtamis de type «IE» doit récupérer efficacement les particules qui ont adhéré à la surface et être suffisamment haute pour éviter tout contact avec l'eau à traiter. Les obstructions internes sur lesquelles les résidus peuvent s'accrocher lors de la rotation des disques doivent être limitées.

8A.4 Rendement

La chaîne de procédés à l'amont du filtre ainsi que leurs conditions d'exploitation (âge des boues, temps de rétention hydraulique, aération, etc.) influencent les caractéristiques de l'affluent du filtre (concentrations, taille des particules, résistance des floes) et, conséquemment, son rendement (Lin et collab., 2008b). Le rendement dépend également des conditions de filtration (prétraitement, pression différentielle, taux de charge, etc.), des propriétés de la toile et de l'efficacité des lavages (WEF et ASCE, 2010; Mattsson et collab., 2009). Évidemment, plus la taille des ouvertures de la toile et le taux de charge hydraulique sont faibles, meilleure est la qualité du filtrat (US EPA, 1975; Rossi, 2014).

Les microtamis permettent de réduire efficacement la concentration des éléments particuliers dont la taille est supérieure à celles des pores. Comme le diamètre des MES, de la DBO₅C et du phosphore sous forme particulière peut être aussi petit qu'un micromètre, un microtamis de 10 µm d'ouverture ne pourra pas retenir toute la fraction particulière. Néanmoins, sa performance peut être améliorée considérablement avec l'ajout de produits chimiques soigneusement sélectionnés et l'optimisation des conditions de mélange (WEF et ASCE, 2010; Langer et collab., 2017).

Des essais pilotes sont nécessaires lorsque les microtamis de 10 µm sont utilisés pour d'autres applications que la postfiltration à l'aval d'un traitement secondaire ou si une toile de 15 ou 20 µm est envisagée. Une toile de plus de 20 µm n'est pas recommandée en postfiltration, car aucune donnée de la littérature ne supporte cet usage.

a) Matières en suspension

Selon la littérature, la concentration en MES attendue à l'effluent d'un microtamis de 10 µm utilisé en traitement tertiaire à l'aval d'un décanteur secondaire est inférieure à 10 mg/l à un degré de confiance de 95 % et inférieure à 5 mg/l en moyenne (50 % du temps) (Degremont, 2011; WEF et ASCE, 2010; US EPA, 1975; Ljunggren, 2006; Kängsepp et collab., 2016).

L'annexe 1 présente certains résultats trouvés dans la littérature pour l'enlèvement des MES. Bien que ceux-ci soient obtenus avec des filtres à disques, des résultats similaires sont anticipés pour les filtres à tambour ou prismatiques.

Pour l'enlèvement des micro-algues, Leblond (2020) indique qu'une faible concentration de chlorophylle α (4-5 µg Chl. α /l) a été maintenue à l'effluent d'étangs facultatifs avec préprécipitation d'alun en utilisant des microtamis de type « IE » de 10 µm pour une large gamme de conditions hydrauliques (4-9 m/h) et massiques (25-575 g MES/m²/h) en automne en Ontario. Les concentrations à l'affluent du filtre étaient toutefois beaucoup plus faibles que dans des étangs facultatifs typiques (4-24 p/r 200-2 000 µg Chl. α /l).

Les microtamis ont peu d'incidence sur l'enlèvement des pathogènes (Wilén et collab., 2012; Asano, 2007). Par contre, leur combinaison avec une désinfection aux rayons UV améliore la transmission des radiations et limite l'encrassement des lampes (Sanz et collab., 2007; Langer et collab., 2017).

b) Phosphore

Dans la majorité des cas, lorsqu'une coprécipitation (simultanée) est présente dans un traitement biologique secondaire, il est possible d'obtenir une concentration en phosphore de 0,3 à 0,6 mg/l à l'effluent de filtres à disques dont la taille des ouvertures est de 10 µm. Avec une étape de coagulation et de floculation directement à l'amont du microtamis de 10 µm, la concentration résiduelle en phosphore est généralement inférieure à 0,3 mg/l (Kängsepp et collab., 2016).

L'annexe 1 présente les résultats de différentes études réalisées dans le but d'atteindre des exigences contraignantes en phosphore avec ou sans réactifs chimiques en postprécipitation, selon différents maillages et types de procédés à l'amont. Bien que ces résultats soient obtenus à l'aval de filtres à disques, des résultats similaires sont anticipés pour les filtres à tambour ou prismatiques.

8A.5 Installation

Les microtamis doivent être installés à l'intérieur d'un bâtiment chauffé lorsqu'ils sont utilisés à l'année. S'ils sont utilisés en période chaude seulement, ils peuvent être installés sous un abri à l'extérieur. Le panneau de contrôle, les conduites auxiliaires et les valves sont situés dans un environnement sec et ventilé pour faciliter l'exploitation et l'entretien. Il doit y avoir suffisamment d'espace autour du filtre pour faciliter l'accès aux disques et l'entretien des éléments par l'extérieur. La mise en place d'une plateforme à proximité des microtamis est recommandée (Furuya et collab., 2005). Une hauteur libre minimale de 2,1 m au-dessus du filtre est habituellement demandée (WEF et ASCE, 2010). L'ajout d'un couvercle léger au-dessus des disques protège l'opérateur des pièces en mouvement et des jets de lavage, facilite l'entretien et diminue l'humidité dans le bâtiment, ce qui réduit les coûts de chauffage (Stewart, 2011).

Les installations requises en complément des microtamis comprennent un système de préparation, de dosage et de mélange de produits chimiques, un système de contrôle avec alarmes, l'instrumentation nécessaire au suivi d'exploitation (débordement, débit, pression, temps, niveau, qualité d'eau, etc.) et un système de pompage, si requis. Le système de contrôle des opérations peut être manuel (local ou à distance) ou complètement automatisé. Il doit être flexible et s'harmoniser avec les autres systèmes installés à la station.

8A.6 Exploitation

Pour perfectionner l'exploitation, des essais sur le site (essais en bécher, essai de filtration en laboratoire ou essais pilotes) peuvent être réalisés avant l'installation à grande échelle. Ils servent à optimiser les produits chimiques, à s'assurer que les microtamis retenus sont en mesure de respecter les normes de rejet avec l'affluent spécifique au site et à familiariser l'exploitant à la technologie (CSWRCB, 2014; Lynne et collab., 2015).

Après la mise en route initiale des filtres, une période d'acclimatation continue de deux à quatre semaines est requise, afin que la capacité hydraulique et la qualité de l'effluent se stabilisent (Väänänen, 2017). Pour optimiser la consommation énergétique, le fonctionnement par intermittence de microtamis en parallèle est possible en conditions normales (Q moyen). Pour éviter leur colmatage biologique, les filtres en arrêt doivent être remis en fonction toutes les 12 à 24 heures (Kängsepp et collab., 2016).

Les suivis de la quantité d'eau de lavage et du pourcentage de temps de lavage journalier sont de bons indicateurs de l'état des toiles. On calcule le degré de colmatage (%RL) en faisant le ratio du temps de rétrolavage (t_{lavage} , secondes) sur le temps total de filtration, incluant les rétrolavages (t_{total} , secondes). En conditions normales, le pourcentage du temps de rétrolavage est de 20 à 50 % et lorsqu'il excède 90 %, cela indique que les toiles sont colmatées et qu'il faut réduire la charge (massique et hydraulique) sur la toile. Un nettoyage chimique ou le remplacement de la toile peut être nécessaire (Wilén et collab., 2016).

$$\%RL = \frac{t_{\text{lavage}}}{t_{\text{total}}} \times 100$$

a) Nettoyage chimique

Le nettoyage chimique peut être effectué manuellement ou à l'aide d'un système automatisé intégré au microtamis. Le nettoyage automatisé peut être lancé au besoin, selon un délai prédéterminé ou lorsque les conditions d'exploitation dépassent un certain seuil.

Les lavages chimiques sont réalisés généralement toutes les six à huit semaines (Langer et collab., 2017). Les produits de nettoyage peuvent être appliqués sur la toile par pulvérisation (buse, lance) ou par trempage. Le nettoyage peut durer de plusieurs minutes à quelques heures. Les résidus de précipitation et les impuretés organiques sont enlevés par un nettoyage à l'acide (ex. : chlorhydrique à 10-15 %, citrique, oxalique, etc.) et la matière biologique est enlevée avec un agent chlorant (ex. : hypochlorite de sodium à 5 %) selon les recommandations du fabricant (Ljunggren, 2006; Mohammadi, 2002, cité par Rossi, 2014). Les produits sous forme de granules sont à éviter, car ceux-ci peuvent obstruer les pores. Lors de l'application des produits, une ventilation adéquate dans le bâtiment est nécessaire de même que le port d'équipements de protection. Ces produits doivent être conservés de façon sécuritaire.

Les lavages chimiques sont habituellement suivis d'une période de rinçage de quelques minutes. La neutralisation et la déchloration des eaux de lavage sont réalisées au besoin. L'eau de lavage recueillie dans les réservoirs est ensuite envoyée en tête de traitement, pour éviter toute dégradation de la qualité de l'effluent.

b) Entretien

Des activités d'entretien préventif doivent être réalisées régulièrement par le personnel d'exploitation pour préserver l'état optimal des microtamis. Leur type et leur fréquence varient selon les fournisseurs, mais sont généralement ceux présentés dans le tableau 8A.3 (Perret et Canler, 2013; Underwood et collab., 2002). Selon Väänänen (2017), le temps requis pour la maintenance est d'environ 20 min/an/m² de surface de filtration, mais il peut doubler lorsque le nettoyage chimique est non automatisé. La plus grande proportion du temps (30-40 %) est liée à l'inspection et au nettoyage des buses de lavage (Nunes, 2013, cité par Kängsepp et collab., 2016).

Des pièces de rechange et des unités opérationnelles en réserve doivent être disponibles pour tous les équipements mécaniques, notamment les pompes, les moteurs, les composantes électroniques (interrupteurs, démarreurs, etc.) et le système de dosage, dans le but de réduire la durée des mises hors service.

La durée de vie des toiles est variable d'un fabricant à l'autre, mais elle est en moyenne autour de cinq ans (\pm deux ans). Il est recommandé de ne pas changer les toiles de plus d'une unité en même temps pour éviter une dégradation de la qualité de l'effluent lors de la période de rodage.

Tableau 8A.3 – Activités d’entretien préventif et fréquence

Activité d’entretien	Fréquence	Information supplémentaire
Observation visuelle des microtamis, de la pression de lavage et de la dérivation	Toutes les semaines	
Vérification des panneaux de filtration et des buses de lavage ou du système d’aspiration	Tous les mois	Ouvrir le capot, lancer un cycle de rétrolavage à faible pression et vérifier l’uniformité des jets et leur forme
Nettoyage du préfiltre du système de lavage	Tous les mois	Lorsque la pression est inférieure à la valeur normale de 0,5 bar
Évacuation des dépôts accumulés aux fonds des réservoirs d’eau filtrée	Tous les mois	À l’aide d’une pompe à boue ou en vidangeant complètement la cuve
Lubrification des pièces en mouvement, graissage et vérification du niveau d’huile des moteurs	Deux fois par an	
Inspection des joints d’étanchéité et de la chaîne d’entraînement	Une à deux fois par an	
Drainage complet du réservoir d’affluent et remplissage	Tous les ans	
Nettoyage des équipements de mesure et d’analyse	Tous les mois	
Étalonnage des équipements de mesure	Avant utilisation et au moins une fois par an	

Une répartition des coûts de fonctionnement après une année d’exploitation a été effectuée par Kängsepp et collab. (2016); celle-ci est présentée dans le tableau 8A.4. Le prétraitement chimique, plus particulièrement l’achat des réactifs, est la principale dépense d’exploitation. Il est donc important d’optimiser les dosages. L’utilisation d’équipements centralisés, automatisés et autonettoyants permet de réduire les coûts d’entretien (Kängsepp et collab., 2016). Le coût des nettoyages chimiques, y compris l’achat des agents chimiques, est très faible comparé à celui des rétrolavages. Étant donné que le système fonctionne par gravité lors des cycles de filtration, la demande énergétique est principalement liée à la mise en fonction de la pompe et du moteur lors du cycle de lavage (18 Wh/m³) ainsi qu’au prétraitement chimique (Langer et collab., 2017).

Tableau 8A.4 – Répartition des coûts de fonctionnement (Kängsepp et collab., 2016)

Prétraitement chimique	51 %
Travaux de maintenance	22 %
Rétrolavage	18 %
Consommation d’énergie	7 %
Nettoyage chimique	1 %

8A.7 Résumé des critères de conception

Tableau 8A.5 – Sommaire des critères de conception du microtamisage

SOMMAIRE – MICROTAMISAGE	
Taille des pores	10 µm
Submersion	IE : 50-70 % EI : 100 %
Traitement préalable	Traitement secondaire avec décantation Coagulation et ajout de polymère à l'amont du microtamis
Perte de charge Tête hydraulique totale	Après RL : 50-100 mm Terminale : 200-450 mm, typique : 300 mm Totale : 750-1 200 mm
Taux de charge hydraulique	Débit moyen : 4-12 m ³ /m ² /h Débit de pointe : 14-16 m ³ /m ² /h Facteur de majoration de superficie et facteur de sécurité en conditions froides
Taux de charge massique Concentration journalière en MES	225 g MES/m ² /h < 35 mg MES/l
Rétrolavage	Vitesse rotation : 1 rpm (EI) et 0,5-3 rpm (IE) Pression : 3-4 bars (EI) et 7-8 bars (IE) Quantité d'eau de lavage : 0,5-5 % (max. 8 % EI) Concentration : 500-1 500 mg MES/l
Autres	Redondance : au moins 2 unités au débit de pointe (exception étangs aérés) Dérivation surveillée électroniquement Nettoyage chimique Instrumentation et contrôle

8A.8 Références

AQUA-AEROBIC SYSTEMS, INC. (2019). *Cloth Media Filtration Featuring OptiFiber® Pile Cloth Media*, Bulletin #601A. 12 p.

ASANO, T. (2007). "Surface filtration". *Wastewater Reuse: Issues, Technologies and Applications*. New York : McGraw-Hill. p. 417-424.

BATEK, R. C., H. Lin, P.G. Baumaan et T. Reid. (2011). "Cloth media filter retrofit of sand filters increases filtration capacity". *World Water: Water Reuse & Desalination. Filtration*. (Automne): 38-41.

BEECHER, P., H. Rupp, D. Clanton, H. Sheldon et H. Van-Skyhawk. (s. d.). *Low Cost Disc Filtration Provides Cheap Water for Public Use in Florida*. Chapel Hill : NC. Entex Technologies, Inc. 12 p.

BOURGEOUS, K.N., J. Riess, G. Tchobanoglous et J.L. Darby. (2003). "Performance Evaluation of a Cloth-Media Disk Filter for Wastewater Reclamation". *Water Environment Research*. 75(6): 532-538.

CALIFORNIA STATE WATER RESOURCES CONTROL BOARD. DIVISION OF DRINKING WATER (CSWRCB). (2014). *Alternative Treatment Technology Report for Recycled Water. San Diego*. California. State Water Resources Control Board. Division of Drinking water : CA. 67 p.

DEGRÉMONT. (2011). *Feuillelet memento technique de l'eau n° 2 : Compakblue™*. Rueil-Malmaison : France. Degrémont. 4 p.

DONOHUE & ASSOCIATES, INC. (2014). *Wastewater Facility Plan: Technical Memorandum 3: Nutrient Management. Sheboygan*. City of Whitewater : WI. 14 p. + annexes.

FORMICA, M., J. Pearson, D. Dievert et W. Gancarz. (2017). "Achieving effluent total phosphorus of 0,12 mg/l with disc filtration". *Journal of New England Water Environment Association*. 51(2): 40-49.

FURUYA, A., G. Calciano, D. Richard, O. Caliskaner et P. Govea. (2005). "Evaluation and design of a cloth disk filter to meet Title 22 reuse criteria". *Proceedings of the Water Environment Federation*. (9): 6152-6164.

GUTIERREZ, M. (2010). "Filtration techniques: Changes over time make disc filters a good option for treatment". *Environmental Solutions Magazine*. 22(3): 6-7.

HAECKER, S., et J. Healy. (2006). "Innovative Technology to Implement a Reuse Water Program". WEFTEC. *Proceedings of the Water Environment Federation*. (10): 2716-2722.

HART, C., P. Amirhor et J. Riccio. (2012). "Pilot Study of Disc Filtration Technologies for Phosphorus Reduction at Clinton WWTP". *Proceedings of the Water Environment Federation*. 46(4): 2171-2189.

HATHAWAY, T., et A. Szekeress. (2009). "Tertiary Treatment Today". *Water & Wastes Digest*. (septembre):18-20.

JOHNSON, L.W., E. Vanderbosch, R. Hubenthal, D.J. Binder, L. Zimmerman. (2008). *Evaluation of Pile Cloth Media Filtration of Secondary Effluent for Water Reuse*. Aqua-Aerobic Systems, Inc. 6 p.

JOHNSON, L. W., et D. Dalton. (s. d.). *Palm Beach County Florida Uses Innovation Cloth-media Tertiary Filtration to Meet its Reuse Requirements*. Aqua-Aerobic Systems, Inc. 11 p.

KÄNGSEPP, P., J. Väänänen, K. Örning, M. Sjölin, P. Olsson, j. Rönnberg, F. Wallebäck, M. Cimbritz et C. Pellicer-Nàcher. (2016). "Performance and operating experiences of the first scandinavian full-scale discfilter installation for tertiary phosphorus polishing with preceding coagulation and flocculation". *Water Practice and Technology*. 11(2): 459-468.

KNAPP, T., et D. Tucker. (2006). "Side-By-Side Pilot Testing of Two Disk Filter Manufacturers at the City of Merced Wastewater Treatment Plant". *Proceedings of the Water Environment Federation*. (9): 3378-3386.

KRÜGER et A VEOLIA SOLUTIONS & TECHNOLOGIES COMPANY. (s. d). *Physical Chemical Phosphorous Removal*. 50 p.

LANGER, M., J. Väänänen, M. Boulestreau, U. Miehe, C. Bourdon et B. Lesjean. (2017). “Advanced phosphorus removal via coagulation, flocculation and microsieve filtration in tertiary treatment” *Water Science and Technology*, 75(12): 2875-2882.

LANGER, M., U. Miehe, J. Väänänen, J. Stueber, C. Bourdon et B. Lesjean. (2011). “Advanced phosphorus removal with microsieves in tertiary treatment: an alternative to membrane filtration?”. Conference presentation. 6th Specialist Conference on Membrane Technology for Water and Wastewater Treatment. 4-7 October. Aachen : Germany. 7 p.

LEBLOND, G. (2020). *Microsieve Technology Applied to Lagoon Wastewater Treatment Facilities*. Master’s thesis. Department of Civil Engineering. University of Ottawa. Canada. 101 p.

LIN, H., M. Castillo et L.W. Johnson. (2008a). *A Comparative Performance Study of Two Types of Cloth Filter Media Applied in Municipal Wastewater Treatment*. Aqua-Aerobic Systems, Inc. 5 p.

LIN, H., D.J. Binder et L.W. Johnson. (2008b). “Effect of Particle Removal by OptiFiber® PA-13 Nylon Pile Media on Particle Size Distribution and Correlation between Turbidity and Total Suspended Solids”. *Proceedings of the Water Environment Federation*. p. 2608-2618.

LJUNGGREN, M. (2006). “Micro Screening in wastewater treatment – an overview”. *VATTEN*. (62): 171-177.

LYNNE, E., L. Downing et B. Marten. (2015). “Challenging the Limits of Technology”. *Water Environment & Technology*. (janvier): 50-51.

MARCUS F et T. Howard (2014). “Alternative treatment technology report for recycled water”.

MATTSSON, A., M. Ljunggren, O. Fredriksson et E. Persson. (2009). *Particle Size Analysis Used for Design of Large Scale Tertiary Microscreen*. Proceedings of 2nd IWA Specialised conference on Nutrient Management in Wastewater Treatment Processes. 6-9 September. Krakow: Poland. 8 p.

METCALF & EDDY || AECOM (M&EA). (2014). “Surface filtration”. *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*. 5^e éd. Boston; Montréal : McGraw-Hill. p. 1171-1181.

MIEHE, U., C. Remy, M. Langer et B. Lesjean. (2013), “Advanced phosphorus removal in tertiary treatment: Quo Vadis?”. *Bluefacts-magazin*. p. 43-47.

ØDEGAARD, H., M. Cimbritz, M. Christensson et C. P. Dahl, (2010). “Separation of biomass from moving bed biofilm reactors (MBBRs)”. *Proceedings of the Water Environment Federation*. (7): 212 233.

PARANJAPE, S., E. Stone, R. Reardon, C. Wall, F. Van Pelt et J. Thurrott. (2010). “Do You Need Tertiary Filters at Your Wastewater Plant? Which Technology Should You Pick & Why?”. *Florida Water Resources Journal*. (octobre): 8-16.

PEARSON, J. R., D.A. Dievert, M. Formica et D.J. Chelton. (2014). “Pushing the limit without breaking the bank-selection, procurement, and testing of a phosphorus removal process”. *Journal of New England Water Environment Association*. 48(1): 48-55.

PERRET, J.-M., et J.-P. Canler. (2013). *Affinage du traitement de la pollution particulaire par les procédés mécaniques « rustiques »*. Document technique n° 40. Onema et Irstea. Lyon-Villeurbanne : France. 50 p. + annexe.

PERSSON, E., M. Ljunggren, J. la Cour Jansen, R. Strube et L. Jönsson. (2006). “Disc filtration for separation of flocs from a moving bed bio-film reactor”. *Water Science & Technology*. 53(12): 139-147.

REID, T.K., A. Zerbato, R. Jittawattanasat, L.W. Johneson, K.A. Mikkelsen et M. Castillo. (2014). *Field Validation of Sequencing Batch Reactor and Cloth Media Filtration Technologies to Attain Ultra-low Nutrient Levels*. Aqua-Aerobics Systems, Inc. 13 p.

REID, T. K., et K. Curren. (2001). “Sequencing Batch Reactor and Cloth-Media Filtration Technology for Water Reuse”. *Proceedings of the Water Environment Federation*. (15): 657-668.

ROSSI, L. (2014). *Enhancing Phosphorus Removal by Disc Filtration – A Case Study from Viikinmäki Wastewater Treatment Plant*. Master’s thesis. Department of Biotechnology and Chemical Technology. Aalto University : Finland. 110 p. + annexe.

SANZ, J., L. Guerrero, J.M. Ortega, C. Ferre, D. Miguel et F. Martinez. (2007). “Application of the new solution ACTIDisc® on secondary effluent reclamation in Castellón de la Plana”. *Desalination*. 204(1-3): 189-197.

STEWART, M. (2011). “Disc Filter Technology Provides Successful Replacement for Existing Media”. *WaterWorld*. 27(10): 62.

TOOKER, N., S. Guswa, J. Horton et M. Hastings. (2012). “Pilot Testing and Design of the First Cloth Media Filtration System to Meet an Effluent Total Phosphorus Permit Limit of 0,1mg/L”. *Proceedings of the Water Environment Federation*. (14): 2190-2211.

UNDERWOOD, A.R., D.R. Zenz et A.B. Bouchard. (2002). “Comparison of Pilot Scale Cloth-Media Disk Filters with Full Scale Rapid Sand Filters for Filtration of Secondary Effluent”. *Proceedings of the Water Environment Federation*. (15): 436-458.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). (1975). *Process Design Manual for Suspended Solids Removal*. EPA625/1-75-003a. Technology Transfert. Washington : D.C. 276 p.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). (2010). *Nutrient Control Design Manual*. EPA/600/R-10/100. Office of Research and Development, National Risk Management Research Laboratory. 286 p.

VÄÄNÄNEN, J. (2017). *Microsieving in Municipal Wastewater Treatment: Chemically Enhanced Primary and Tertiary Treatment*. Doctoral dissertation. Department of Chemical Engineering. Lund University : Suède. 79 p.

VEOLIA WATER TECHNOLOGIES, INC. (2016). *Hydrotech Discfilter Pure Performance*. 6 p.

WATER ENVIRONMENT FEDERATION et AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS (WEF et ASCE). (2010). *Design of Municipal Wastewater Treatment Plants*. 4^e éd., WEF Manual of Practice No. 8, ASCE Manual and Report on Engineering Practice No. 76. Reston : VA. vol. 2. p.16-6 à 16-66.

WILÉN, B.-M., A. Johansen et A. Mattsson. (2012). "Assessment of sludge particle removal from wastewater by disc filtration." *Water Practice and Technology* 7(2):1-8.

WILÉN, B.-M., M. Cimbritz, T. Jr. Pettersson et A. Mattsson. (2016). "Large scale tertiary filtration – results and experiences from the discfilter plant at the Rya WWTP in Sweden". *Water Practice and Technology*. 11(3): 547-555.

Préliminaire

Annexe 1

Tableau 8A.6 – Réduction en MES rapportée pour divers traitements et maillages

Procédé amont	Pore (µm)	Affluent (mg/l)	Effluent (mg/l)	Taux de charge hydraulique (m/h)	Précision	Référence
BA+DS	10 (Pile Cloth)	10-50	3-5	7-15	< 4 %EL	Johnson et collab., 2008
	10 (Needlefelt)	10-25	3-5	7-15	3-4 %EL	
BA+DS	10	18,1±10,8 n=31	3,9±2,0 n=31	3,3	0,4-2,5 %EL Préprécipitation 28 g MES/m ² /h	Kängsepp et collab., 2016
BA+DS	20	10,3±3,7 n=44	3,1±1,2 n=44	9,7±2,4	Coprécipitation	Mattsson et collab., 2009
	15	11,6±1,5 n=20	3,3±1,5 n=20	10±2,8	Coprécipitation	
	10	9,3±4,3 n=34	2,7±1,1 n=34	8,7±3,1	Coprécipitation	
BA+DS+RBGS	20	27,5±14,5 n=37	5±1,8 n=37	13,7±7,2	Préprécipitation	
	10	30,5±10,8 n=22	3,5±1,3 n=22	4,8±2,2	Préprécipitation	
RBGS	40	100-200	< 10	6-8	2-4 %EL Postprécip. : 7-9 mg Al/l et 3-4 ppm poly. cat.	Ødegaard et collab., 2010

BA : boue activée; DS : décanteur secondaire; RBGS : réacteur biologique à garnissage en suspension; % EL : % eau de lavage

Tableau 8A.7 – Réduction en phosphore et en MES rapportée dans diverses études

Amont	Pore µm	Affluent		Effluent		Postprécipitation		Précision	Référence
		mg P/l	mg MES/l	mg P/l (%rend.)	mg MES/l (%rend.)	Coagulant mg/l	Polymère mg/l		
BA+DS	10	0,4-1,2 2,6-4,2	< 6 66-166	< 0,1	< 6 3	Alun : 45-66 FeCl ₃ : 20-60	C : 0,5-1,1	Coprécipitation, 4,7-7,3 m/h	Hart et collab., 2012
BA + DS	10	< 0,5 1,2	10 22	< 0,06 0,11	< 5	PACl : 2-3 (0,07-0,11 mmol/l)	C : 1,5-2	Enlèvement P biologique 10-30 m ³ /h, < 1,6 %EL, 60-80 %RL	Langer et collab., 2017
BA + DS	10	0,42	32±16,5 17,5±12,5	0,14	2,3±1,1 2,7±1,2	Al ³⁺ : 2 (PACl)	A : 1,0 A : 0,7	Préprécipitation (FeCl ₃), 3,3 m/h, 1,1-3,6 %EL (n=53) 34 g MES/m ² /h	Kängsepp et collab., 2016
BA +DS	10	0,5-1,1 0,4-1,8 0,8-1,6 2-8,5	< 50 < 50 30-70 75-220	< 0,1	< 15 < 15 < 5 < 10	Alun : 30-40 FeCl ₃ : 35-50 FeCl ₃ : 45-50 FeCl ₃ : 50	A (0,1 %)	P bio, pré et coprécip. (alun) 3,4 m/h 7,6 m/h 4,6 m/h	Tooker et collab., 2012
RBGS + FAD	10	0,38	13	0,10	5	PACl : 2	C : 0,6	Préprécipitation	Gustavson et Cimbritz, 2013, cités par Rossi, 2014
BA+DS	15	0,53	20,6	0,16	3,5	Aucun	Aucun	Coprécipitation (FeS) 5,8 m/h, 3 %EL	Wilén et collab., 2016
BA+DS + RBGS	15	0,58	22,1	0,11	2,8				
BA+DS+ BF	20	0,15-0,32	4,8-16	0,06-0,09	4,3-9,8	Al ³⁺ : 2	C : 1	Préprécip. et coprécip. : 75-25 % 4,5 m/h, 33-59 %RL	Rossi, 2014
RBGS (post- dénitrification)	10 18	0,2-0,7	10-50	< 0,10 < 0,14	2-5 2-8	Aucun	Aucun	4-8 m/h 150 g MES/m ² /h 300 g MES/m ² /h	Persson et collab., 2006
Étangs facultatifs à vidange périod. (échelle pilote)	10 5	0,15-0,83 (0,4±0,13)	3,2-72,8 7,6-37,2	< 0,3 (80±28%) (33±18%)	< 10 - 20 (60±23 %) (68±10 %)	Aucun	Aucun	Préprécipitation (alun), 4,4-8 °C NA, 4,1-9,2 m/h, %RL : 12-61 Aéré, 4,1-6,8 m/h, %RL : 26-100	Leblond, 2020

RBS : bioréacteur séquentiel; BA : boue activée; DS : décanteur secondaire; FAD : flottateur à air dissous; BF : biofiltre; NA : non aéré;
RBGS : réacteur biologique à garnissage en suspension; C : cationique; A : anionique; % RL : temps de rétrolavage; % EL : quantité d'eau de lavage

Préliminaire