

NOUVELLES TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES

FICHE D'INFORMATION TECHNIQUE

Bioréacteur à membrane Ecoprocess^{MC} MBR

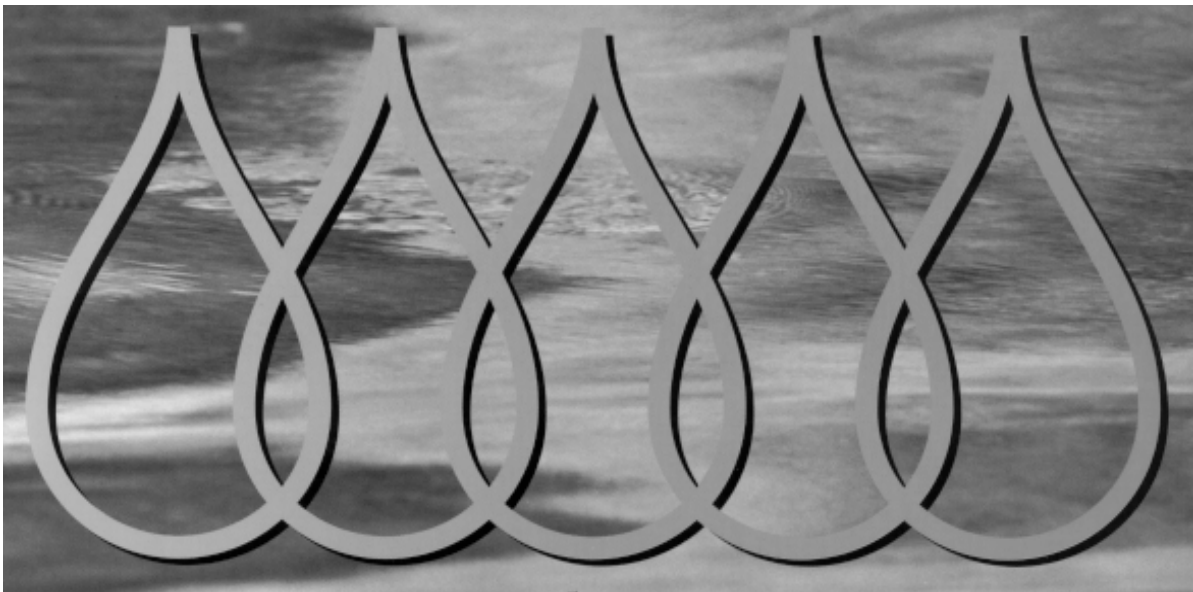
Domaines d'application :

*Commercial, institutionnel et
communautaire*

Fiche de niveau :

En démonstration

Juillet 2009
Révision Mars 2011



Québec 

1- DONNÉES GÉNÉRALES

- **Nom de la technologie**

Ecoprocess^{MC} MBR

- **Cadre juridique entourant l'installation de la technologie**

Chaque installation nécessite une autorisation préalable du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, en vertu de l'article 32 de la Loi sur la qualité de l'environnement.

- **Nom et coordonnées du promoteur**

Premier Tech Aqua
1, avenue Premier
Rivière-du-Loup (Québec) G5R 6C1
M. Roger Lacasse, ing., M. Sc. A.
Tél. : 418 867-8883
Téléc. : 418 862-6642
Courriel : pte@premiertech.com
Site Internet : <http://premiertech.com>

2- DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

- **Généralités**

La chaîne complète de traitement comprend un prétraitement si nécessaire, un décanteur primaire conventionnel ou une fosse septique, un bassin de gestion de l'alimentation du bioréacteur et un bioréacteur à membrane Ecoprocess^{MC} MBR de Premier Tech Aqua.

Le procédé Ecoprocess^{MC} MBR est un procédé de bioréacteur à membrane breveté. Dans ce procédé de traitement par boues activées, la séparation solide-liquide est effectuée à l'aide d'un système de filtration membranaire plutôt que par un clarificateur secondaire. La recirculation des boues n'est donc pas nécessaire, puisque la séparation solide-liquide est effectuée directement dans le réacteur biologique. Le flux de filtration est maintenu par une pompe à débit constant qui fonctionne par intermittence.

Le module membranaire est nettoyé automatiquement par abrasion à l'air (autorécurage) à l'aide de diffuseurs d'air à grosses bulles ou à fines bulles à la base du module. L'aération du bioréacteur par des diffuseurs à fines bulles est également nécessaire pour le procédé biologique. Un lavage complet de la membrane impliquant périodiquement un trempage dans des solutions chimiques ou un remplacement de la membrane par une autre préalablement nettoyée est également nécessaire.

Les boues accumulées dans le système de traitement doivent être gérées adéquatement. Selon l'application visée, elles doivent être soutirées du réacteur, puis emmagasinées dans un bassin d'accumulation, traitées, et enfin dirigées vers une voie d'élimination finale.

- **Description détaillée**

Bioréacteur à membrane :

Le procédé utilise des membranes planes d'ultrafiltration, assemblées par regroupement de feuillets à l'intérieur de modules qui sont immergés dans la liqueur mixte du bioréacteur. Le vide partiel créé à l'intérieur des feuillets des modules aspire la liqueur mixte, et l'effluent ainsi traité, après passage de l'extérieur vers l'intérieur des membranes (perméat), se déverse dans l'émissaire.

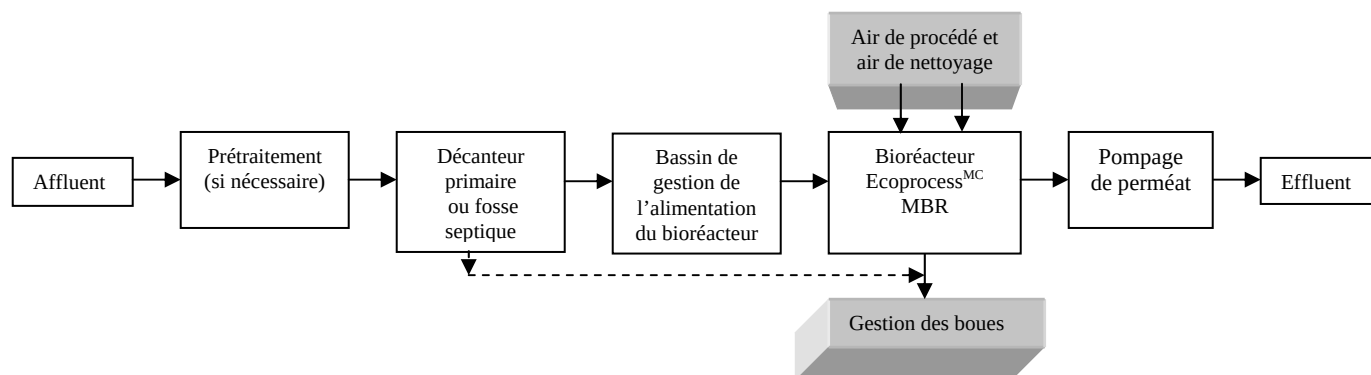
MEMBRANES

- Type de membrane :
 - Type de membrane : membrane plane (*flat sheet*)
 - Matériel de la membrane : polyéthersulfone, hydrophile en permanence (PES)
- Filtration :
 - Type de filtration : ultrafiltration
 - Diamètre nominal des pores : 0,038 μm
 - Mode de filtration : extérieur vers l'intérieur
 - Pression de fonctionnement transmembranaire : 3 à 30 kPa (typiquement 15 kPa)
 - Pression de fonctionnement maximale pour remplacement des membranes : > 70 kPa
 - Flux de filtration moyen testé : 16,7 L/m²/h
- Module de membrane :

Modèles	50	75	100	200	400
Surface de filtration (m ²)					
Hauteur (mm)	1380	1380	1380	2760	2760
Largeur (mm)	630	920	1260	700	1300
Profondeur (mm)	600	600	600	1150	1150
Nombre de cassettes par module	2	3	4	2	4

- Assemblage des membranes : assemblage des feuillets membranaires reliés entre eux par le centre en module qui sera monté à l'intérieur d'un caisson rigide en PVC ou en acier inoxydable. Les feuillets sont soutenus et fixés au caisson par les quatre coins. Le caisson possède à sa base une section de distribution de l'air nécessaire pour l'autonettoyage des feuillets.

- **Schéma de procédé**



- **Description de la technologie évaluée au cours des essais expérimentaux**

Site expérimental

La technologie a été testée au banc d'essai de l'Institut de test pour l'épuration des eaux de la société Prüfinstitut für Abwassertechnik GmbH en Allemagne, pour l'obtention de la certification européenne standard EN 12566-3 sur un prototype ayant une surface effective de 7 m². Le système était composé d'un bassin de 6,2 m³ (4,75 m³ de volume utile) divisé en trois compartiments. Le premier compartiment occupait la moitié du volume (2,38 m³) et servait de décanteur primaire. Le surnageant de ce compartiment débordait ensuite vers le deuxième compartiment, qui occupait le quart du volume (1,19 m³) et complétait le traitement primaire. Le troisième compartiment, qui occupait le quart du volume (1,19 m³), servait de bioréacteur à membrane et était équipé d'un système d'aération et d'un caisson doté d'un module membranaire ayant 6 m² de surface de filtration.

Durant les essais qui ont débuté le 19 juillet 2004 pour finir le 25 avril 2005, le système a fonctionné à un débit nominal de perméat de 1200 L/d, avec des variations allant de 50 à 150 %. D'autres conditions de stress, telles que des pannes d'électricité et des périodes de vacances (arrêt d'alimentation du système), ont également été simulées au cours des essais. Au débit nominal, le temps de rétention hydraulique dans le bioréacteur à membrane était de 24 h.

Par ailleurs, des essais complémentaires ont été effectués au site résidentiel de Notre-Dame-du-Portage sur une période de neuf mois débutant en février 2008. Ces essais ont confirmé que le système pouvait fonctionner sans nettoyage ni remplacement des membranes pendant une période d'au moins neuf mois.

Cas de charge observés (essais en Allemagne)

Prétraitement :

Les eaux brutes n'étaient pas dégrillées lors des essais.

Traitement primaire :

Le traitement primaire respectait les critères de la section 3.4 du *Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique*, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Bassin de gestion de l'alimentation du bioréacteur :

Aucun tamponnement de l'alimentation n'a été effectué. Des débordements du bassin de décantation primaire dans le réacteur ont toutefois entraîné l'interruption des essais.

Bioréacteur à membrane :

- Concentration en liqueur mixte moyenne lors des essais : 2,7 g MES/L
- Charge massique moyenne observée lors des essais : 0,1 kg DBO₅/m³/d
- Temps de rétention hydraulique moyen observé : 24 h
- Ratio F/M moyen observé : 0,1 kg DBO₅/kg MES-d

Durant les essais effectués en Allemagne, les eaux usées brutes provenaient d'un réseau d'égout municipal et étaient de nature domestique. Les concentrations observées dans l'affluent du système étaient les suivantes :

Caractéristiques observées dans l'eau brute⁽¹⁾

Paramètre	Valeur moyenne	Valeur minimale	Valeur maximale	Écart type
DBO₅ (mg/L)	218	109	390	66
DCO (mg/L)	574	388	947	151
MES (mg/L)	350	210	738	151
NTK (mg/L)	46	28	67	7,6
P_t (mg/L)	7,5	4,7	10,7	1,3
Température (°C)	7,1	4,6	8,3	0,8

⁽¹⁾ Basé sur 27 résultats d'analyse pour l'ensemble des paramètres.

Dans les conditions d'application décrites à la section 2, les concentrations obtenues dans l'effluent du bioréacteur à membrane au cours des essais expérimentaux ont été les suivantes :

Caractéristiques observées dans l'effluent du bioréacteur à membrane⁽¹⁾

Paramètre	Valeur moyenne	Écart type	LRMA ⁽²⁾	LRMP ⁽³⁾
DBO₅C (mg/L)⁽⁵⁾	1,7	2,0	3,3	6,2
MES (mg/L)⁽⁵⁾	3,5	1,3	4,4	5,8
NH₄ (mg N/L)⁽⁵⁾	4,9	6,2	37	93
Coliformes fécaux (UFC/100 ml)⁽⁴⁾	55⁽⁶⁾	s. o.	173	543

⁽¹⁾ Basé sur 27 résultats d'analyse pour l'ensemble des paramètres.

⁽²⁾ Limite de rejet en moyenne annuelle (LRMA) définie selon un percentile de non-dépassement de 99 % avec un degré de confiance de 95 % pour la moyenne de douze résultats.

⁽³⁾ Limite de rejet en moyenne périodique (LRMP) définie selon un percentile de non-dépassement de 99 % avec un degré de confiance de 95 % pour la moyenne de trois résultats.

⁽⁴⁾ Selon une distribution lognormale.

⁽⁵⁾ Selon une distribution delta-lognormale.

⁽⁶⁾ Moyenne géométrique.

Le Comité considère que le calcul des LRMA et LRMP n'est valable que pour des conditions d'application similaires à celles observées lors des essais.

4- EXPLOITATION ET ENTRETIEN

Le guide intitulé *Guide d'exploitation et d'entretien EcoprocessTM MBR* (février 2011), produit par Premier Tech Aqua, doit être fourni au propriétaire en version française.

Le fournisseur de la technologie est responsable des recommandations sur l'utilisation, l'exploitation, l'inspection et l'entretien que renferme ce guide.

5- DOMAINES D'APPLICATION

Les conditions d'essai de l'installation expérimentale du système de traitement Ecoprocess^{MC} MBR répondaient aux domaines d'application suivants :

Commercial, institutionnel et communautaire

6- CLASSE DE PERFORMANCE

Compte tenu du suivi effectué lors des essais, la performance du système de traitement Ecoprocess^{MC} MBR a atteint, pour les cas de charge observés sur l'installation expérimentale, les classes de performance suivantes :

Paramètre	Classe de performance	
	Concentration moyenne annuelle	Concentration moyenne périodique
DBO ₅ C (mg/L)	5	10
MES (mg/L)	10	10
Coliformes fécaux (UFC/100 ml)	200	2000

7- VALIDATION DU SUIVI DE PERFORMANCE

Le Comité sur les nouvelles technologies de traitement des eaux usées a vérifié les rapports d'ingénierie et de suivi de la performance de la technologie qui ont été préparés suivant les prescriptions du document intitulé *Procédure de validation de la performance des nouvelles technologies de traitement des eaux usées d'origine domestique* par Premier Tech Aqua.

Le Comité a jugé que les données obtenues au cours des essais de démonstration effectués sur la plateforme de l'Institut de test pour l'épuration des eaux de la société Prüfinstitut für Abwassertechnik GmbH en Allemagne répondaient aux critères d'évaluation définis dans les procédures pour la publication d'une fiche d'information technique de niveau ***En démonstration***.

La technologie doit être conçue, installée, exploitée et entretenue de manière à respecter les performances épuratoires visées.

Cette description de performance pourra être révisée, à la hausse ou à la baisse, à la suite de l'obtention d'autres résultats.

La présente fiche d'information technique constitue une description de la performance obtenue par la technologie sur une plateforme d'essai, et ne constitue pas une certification ou une autre forme d'accréditation. Le Comité ainsi que le ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire et le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs ne peuvent être tenus responsables de la contre-performance d'un système de traitement d'eaux usées conçu suivant les renseignements contenus dans cette fiche d'information technique.

L'entreprise demeure responsable de l'information fournie, et les vérifications effectuées par le Comité ne dégagent en rien l'ingénieur concepteur et l'entreprise de fabrication ou de distribution de leurs obligations, garanties et responsabilités.

8- RECOMMANDATIONS DU FOURNISSEUR

Prétraitement

- Un dégrillage grossier et/ou un dessableur peuvent être nécessaires si le système sert pour un réseau d'égout de type unitaire en application communautaire.

Traitement primaire

- Une fosse septique respectant les critères de la section 3.4 du *Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique*, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Bassin de gestion de l'alimentation du bioréacteur

Optionnel si le dimensionnement est basé sur un débit de pointe. Un volume tampon utile de 12 h de rétention au débit moyen est recommandé au minimum pour la gestion de l'alimentation. Cette gestion pourrait être faite des façons suivantes :

- Un bassin d'égalisation qui donne un apport d'eau vers le bioréacteur à membrane lorsque celui-ci en fait la demande, c'est-à-dire lorsque le niveau d'eau diminue et atteint un seuil prédéterminé dans le bioréacteur à membrane. Ce bassin est muni d'une ou plusieurs pompes permettant le dosage des eaux usées vers le bioréacteur à membrane;

ou

- Un bassin d'égalisation et de dosage qui donne un apport d'eau régulier et continu par dose vers le bioréacteur à membrane. Ce bassin est muni d'une ou plusieurs pompes permettant le dosage des eaux usées vers le bioréacteur à membrane;

ou

- Pour les petits débits, une gestion des pointes de débit faite directement par le bioréacteur à membrane en fonction de l'exploitation de la pompe de perméat.

Notons que le volume utile minimal de 12 h peut être réparti entre le bassin d'égalisation et le bioréacteur à membrane.

Bioréacteur à membrane

- Calcul du temps de rétention hydraulique :

$$TRH = \left(\frac{C * Q}{F / M} + I_p * \theta_c + MESchim * \theta_c \right) * \frac{1}{MLSS * Q} \geq 0,5 \text{ jour}$$

C = (g DBO₅/L) à l'affluent

F/M = (g DBO₅/g MVeS dans le réacteur/d)

I_p = (g MES inertes/d) à l'affluent

$MESchim$ = (g MES chimiques produites/d)

$MLSS$ = (g MES/L) dans le réacteur

Q = débit (L/d)

θ_c = âge des boues (d)

- Aération suffisante pour la conversion et l'élimination des charges polluantes organiques (correspondant à 1,5 g O₂/g DBO₅) et suffisante pour répondre aux besoins de brassage.
- Aération à grosses bulles ou à fines bulles suffisante pour l'autonettoyage de la surface des membranes : 350 à 800 L/h par mètre carré de membrane selon la configuration retenue.
- Production de boues biologiques : 0,45 kg MES/d/kg DBO₅ enlevé.
- Évacuation périodique des boues en excès pour maintenir la concentration de liqueur mixte à l'intérieur de la limite spécifiée.
- Flux nominal de la membrane en fonction de la température de l'eau :

Température (°C)	Flux nominal (L/m ² .h)
20,0	15,0
15,0	12,5
10,0	11,5
8,0	10,7
6,0	10,0

- Flux instantané/flux nominal : 1,1 à 1,2.
- Nettoyage des membranes :
 - Rétrolavage à l'eau ultrafiltrée : toutes les 10 min pendant 30 sec;
 - Débit de rétrolavage : 10 L/h par mètre carré;
 - Lavage chimique :
 - i. Rétrolavage au chlore (100 à 1000 mg/L) ou à l'acide citrique (pH < 3),
 - ii. Lavage par immersion du module dans une solution de chlore (100 à 1000 mg/L) ou d'acide citrique (pH < 3) pendant 1 à 2 h,
 - iii. À la suite du lavage, déchloration et neutralisation des eaux résiduelles avant de les rejeter en tête du système de traitement des eaux;
 - Durée de vie des membranes : 5 à 7 ans ou en fonction de l'utilisation faite.