

ÉQUIPEMENT DE PROCÉDÉ

FICHE D'INFORMATION TECHNIQUE

Réacteur biologique à support fluidisé SMBR^{MD} avec garnissage Peenox^{MD}

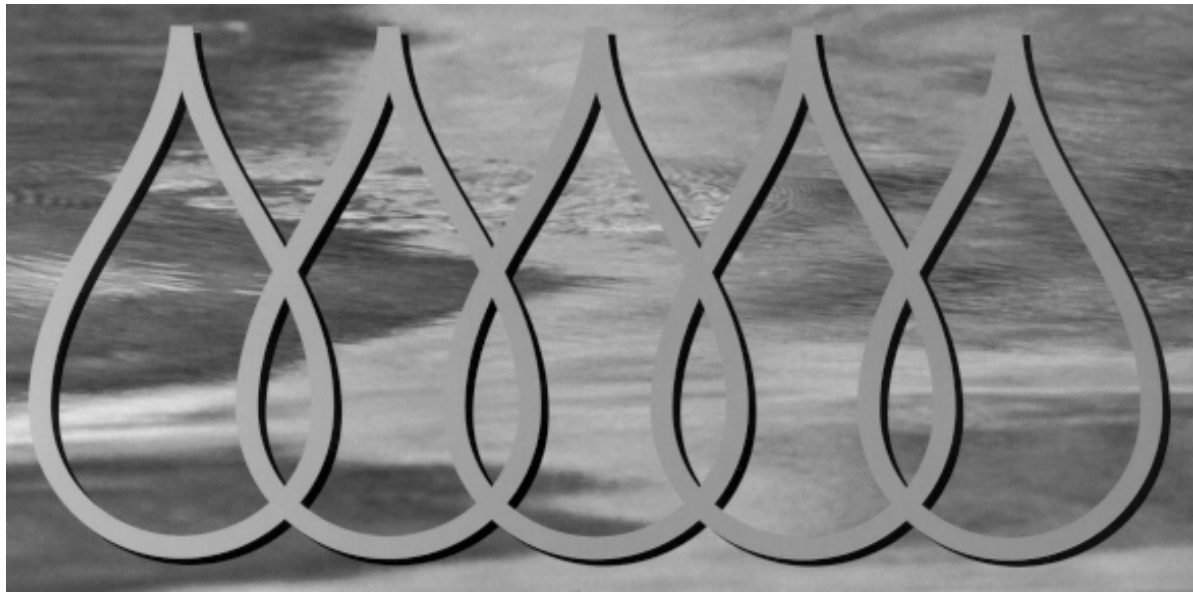
Domaines d'application :

*Commercial, institutionnel et
communautaire*

Fiche de niveau :

En démonstration

Décembre 2008
Révision Mars 2010
Révision Décembre 2011



Québec 

1- DONNÉES GÉNÉRALES

- **Nom de l'équipement de procédé**

Réacteur biologique à support fluidisé SMBR^{MD} avec garnissage Peenox^{MD}

- **Cadre juridique entourant l'installation de l'équipement de procédé**

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 fournisseur**

Mabarex inc.
2021, rue Halpern
Montréal (Québec) H4S 1S3
Téléphone : 514 334-6721
Télécopieur : 514 332-1775
François Séguin, ing., M. Ing.
Sylvain Allard, T. P.
Courriel : fseguin@mabarex.com
Courriel : sallard@mabarex.com
Site Internet : www.mabarex.com

2- DESCRIPTION DE L'ÉQUIPEMENT DE PROCÉDÉ

- **Généralités**

Le réacteur biologique à support fluidisé SMBR^{MD} avec garnissage Peenox^{MD} est un équipement de procédé par traitement biologique à culture fixée sur un garnissage immergé maintenu en mouvement, avec évacuation de la biomasse au fil de l'eau. La biomasse accumulée sur le garnissage est mise en contact avec le substrat, les nutriments et l'oxygène dissous grâce à une agitation élevée de la masse liquide dans les réacteurs.

Le procédé ne nécessite pas de recirculation des boues et, conséquemment, n'exige pas de contrôles particuliers du rapport F/M et de l'âge des boues.

Un système d'aération assure le transfert d'oxygène ainsi que le brassage de la phase liquide et du garnissage, et favorise le détachement de la biomasse générée au cours du processus de traitement.

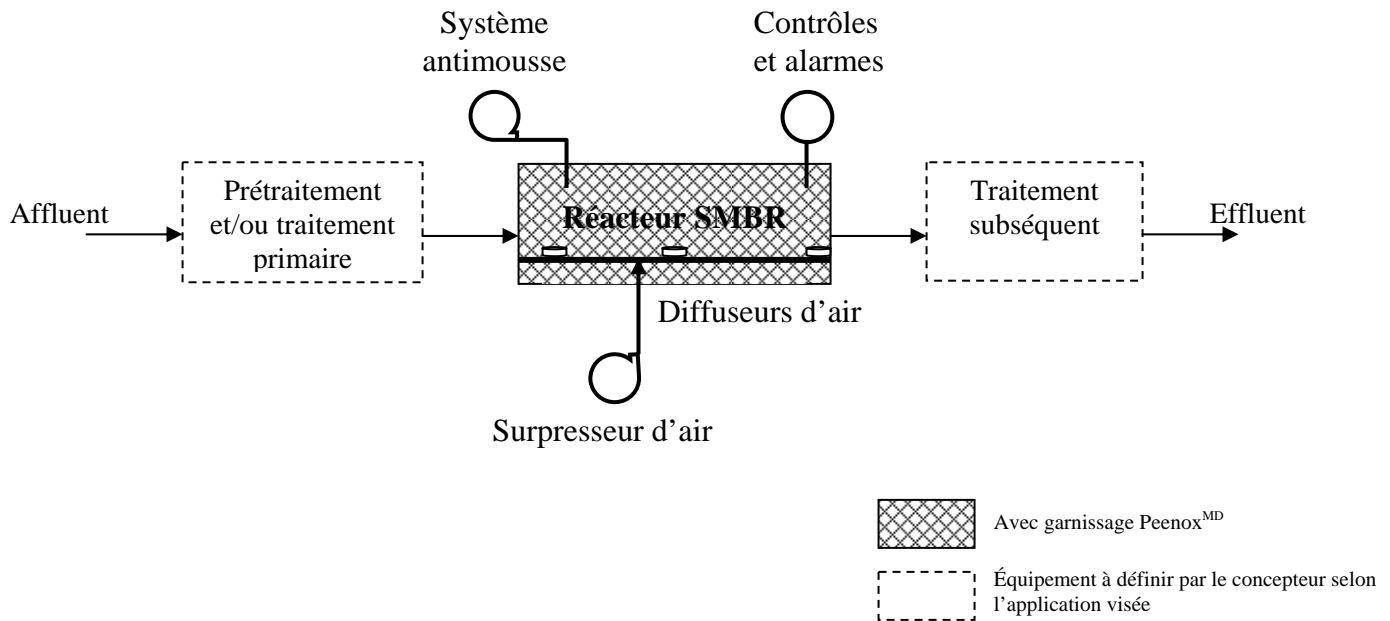
Un système peut être prévu afin de contrôler la génération de mousse à la surface des bassins.

- **Description détaillée**

Le garnissage Peenox^{MD} est en polyéthylène à haute densité extrudé d'une densité nominale de 0,95, de forme cylindrique, d'un diamètre extérieur de 23 mm. Il a une surface volumique effective minimale de 400 m² par mètre cube de garnissage.

Des grilles de retenue d'une ouverture de 12,5 mm maintiennent le garnissage dans les réacteurs.

- **Schéma de procédé**



- **Description de l'équipement de procédé évalué au cours des essais expérimentaux**

Site expérimental

Les essais se sont déroulés sur une période de 13 semaines. Les échantillons ont été prélevés du 26 février au 18 mai 2007 sur une unité pilote installée à la station d'épuration de Sainte-Hélène-de-Bagot, dont la chaîne de traitement existante est constituée d'un décanteur primaire statique suivi de biodisques rotatifs et d'un décanteur secondaire à vidange périodique des boues. Les eaux usées domestiques sont acheminées à la station de traitement de Sainte-Hélène-de-Bagot par un réseau d'égout municipal et sont relevées à la hauteur de la station de traitement par un poste de pompage. Au poste de pompage, les eaux domestiques sont mélangées avec des eaux usées industrielles issues d'un abattoir. Les eaux usées de l'abattoir sont prétraitées par flottation et contribuent à la charge en DBO₅ dans une proportion qui a varié de 10 à 75 % lors des essais.

Le décanteur primaire présentait une surface de décantation de 86 m² et un temps de rétention hydraulique moyen de 12 heures. Les boues du décanteur secondaire étaient transférées dans le décanteur primaire, et les boues accumulées dans le décanteur primaire étaient transférées quotidiennement vers un bassin de stockage.

La caractérisation de la performance de l'équipement de procédé SMBR^{MD} avec garnissage Peenox^{MD} a été effectuée sur une unité pilote montée sur une plateforme. Un réservoir d'alimentation de 0,5 m³ était rempli de façon continue par pompage du surnageant clarifié du décanteur primaire de la station municipale. Une pompe alimentait deux réacteurs biologiques à support fluidisé de 2 m³ chacun installés en série. Le temps de rétention hydraulique pour l'ensemble des deux réacteurs était de 10,9 heures au débit de consigne de 367 L/h. Durant les essais, le débit a été fixé à 50 %, à 100 %, à 150 % et à 200 % du débit de consigne par palier d'une semaine. Le taux de remplissage des réacteurs pilotes par le garnissage était de 50 %.

Un mètre cube de garnissage avait été disposé dans chacun des réacteurs. Des diffuseurs à fines bulles généraient un niveau d'agitation suffisant pour maintenir le garnissage en mouvement, et la concentration en oxygène dissous s'est maintenue entre 2 et 10 mg/L dans les réacteurs. Le taux d'aération maintenu dans l'installation pilote était de 10,4 Nm³ d'air/h/m³ de réacteur.

Des grilles de retenue d'une ouverture de 12,5 mm maintenaient le garnissage dans les réacteurs. L'installation pilote ne comportait pas d'unité permettant d'évaluer la performance d'une étape de décantation secondaire.

Description et cas de charge observés

Réacteurs SMBR^{MD} :

- Nombre de réacteurs en série : 2 (au cours de l'étude pilote).
- Temps de rétention hydraulique correspondant au débit moyen lors des essais : 4,77 h par réacteur (soit un total de 9,53 h pour les deux réacteurs).
- Taux de remplissage par le garnissage Peenox^{MD} lors des essais : 50 % du volume de chaque réacteur.
- Charge organique superficielle moyenne lors des essais : 5,9 g DBO₅totale/m² de garnissage par jour sur le premier réacteur et 2,95 g DBO₅totale/m² de garnissage par jour sur les deux réacteurs.
- Charge organique soluble superficielle moyenne lors des essais : 3,2 g DBO₅soluble/m² de garnissage par jour sur le premier réacteur et 1,6 g DBO₅soluble/m² de garnissage par jour sur les deux réacteurs.
- Aération et mélange :
 - Lors des essais, la capacité des aérateurs était supérieure aux besoins, et la concentration d'oxygène dissous observée se situait en moyenne à 7 et 9 mg/L dans les réacteurs 1 et 2 respectivement. Un taux moyen de 10,4 Nm³/h/m² a été appliqué à l'unité pilote pour un remplissage de 50 % de garnissage.

3- PERFORMANCES ÉPURATOIRES OBTENUES AU COURS DES ESSAIS

Durant toute la période des essais, les eaux usées brutes arrivant à la station d'épuration provenaient d'un réseau d'égout municipal et contenaient des eaux usées industrielles prétraitées d'un abattoir. Les concentrations observées à l'entrée du premier bioréacteur SMBR^{MD} étaient les suivantes :

Caractéristiques observées à l'entrée du premier bioréacteur⁽¹⁾

Paramètre	Valeur moyenne	Valeur minimale	Valeur maximale	Écart type
DCO (mg/L)	586	329	1110	228
DBO ₅ (mg/L)	229	115	406	86
DBO ₅ soluble (mg/L)	135	63	255	72
MES (mg/L)	246	98	700	153
Pt (mg/L)	9	4,7	17	5
N-NTK (mg/L)	52	30	92	22
N-NH ₄ (mg/L)	43	19	92	17
Débit (m ³ /d)	8,8	4,4	17,6	ND

⁽¹⁾ Basé sur 23 résultats d'analyse pour la DCO, la DBO₅ et le N-NH₄, 12 pour la DBO_{5soluble}, 22 pour les MES, 10 pour le Pt et 8 pour le NTK.
 ND : non disponible.

Dans les conditions d'application décrites à la section 2, les concentrations obtenues à la sortie du premier bioréacteur SMBR^{MD} au cours des essais expérimentaux ont été les suivantes :

Caractéristiques observées à la sortie du premier bioréacteur⁽¹⁾

Paramètre	Valeur moyenne	Écart type	LRMA ⁽²⁾	LRMP ⁽³⁾
DCO (mg/L) ⁽⁴⁾	377	169	530	808
DCO cône Imhoff (mg/L) ^{(4) (6)}	93	35	133	210
DBO ₅ (mg/L) ⁽⁴⁾	171	68	231	334
DBO ₅ cône Imhoff (mg/L) ^{(4) (6)}	38	23	65	129
DBO _{5soluble} (mg/L) ⁽⁴⁾	6,9	2,9	11	20
MES (mg/L) ⁽⁴⁾	249	80	327	452
MES cône Imhoff (mg/L) ^{(4) (6)}	32	12	42	60
Pt (mg/L) ⁽⁴⁾	9,2	5,1	15	29
NTK (mg/L) ⁽⁴⁾	40	18	67	141
N-NH ₄ (mg/L) ⁽⁵⁾	29	19	47	64
Température (°C) ⁽⁷⁾	14,1	1,4	s. o.	s. o.

⁽¹⁾ Basé sur 23 résultats d'analyse pour la DCO, la DBO₅ et les MES, 13 pour la DCO cône Imhoff, 19 pour la DBO₅ cône Imhoff, 12 pour la DBO_{5soluble}, 18 pour les MES cône Imhoff, 10 pour le Pt, 8 pour le NTK et 22 pour le N-NH₄.

⁽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 normale.

⁽⁶⁾ Échantillons du surnageant après décantation de trente minutes en cône Imhoff.

⁽⁷⁾ Basé sur les mesures faites entre le 27 février et le 15 mai 2008 à la sortie du bioréacteur 1. Les températures minimale et maximale ont été respectivement de 12 et 18 °C.

Dans les conditions d'application décrites à la section 2, les concentrations obtenues à la sortie du second bioréacteur SMBR^{MD} au cours des essais expérimentaux ont été les suivantes :

Caractéristiques observées à la sortie du second bioréacteur⁽¹⁾

Paramètre	Valeur moyenne	Écart type	LRMA ⁽²⁾	LRMP ⁽³⁾
DCO (mg/L) ⁽⁴⁾	321	114	409	547
DCO cône Imhoff ^{(5) (6)} (mg/L)	57	16	74	91
DBO ₅ (mg/L) ⁽⁴⁾	140	55	193	285
DBO ₅ cône Imhoff (mg/L) ^{(4) (6)}	22	13	34	62
DBO _{5soluble} (mg/L) ⁽⁵⁾	6,6	3,4	10	14
MES (mg/L) ⁽⁵⁾	221	58	274	327
MES cône Imhoff (mg/L) ^{(4) (6)}	20	4,9	25	32
Pt (mg/L) ⁽⁴⁾	8,3	4,0	13	24
NTK (mg/L) ⁽⁴⁾	19	6,6	25	37
N-NH ₄ (mg/L) ⁽⁴⁾	4,6	5,9	12	39
Température (°C) ⁽⁷⁾	14,5	1,5	s. o.	s. o.

⁽¹⁾ Basé sur 23 résultats d'analyse pour la DCO, la DBO₅ et les MES, 13 pour la DCO cône Imhoff, 19 pour la DBO₅ cône Imhoff, 12 pour la DBO_{5soluble}, 18 pour les MES cône Imhoff, 10 pour le Pt, 9 pour le N-NTK et 23 pour le N-NH₄.

⁽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 normale.

⁽⁶⁾ Échantillons du surnageant après décantation de trente minutes en cône Imhoff.

⁽⁷⁾ Basé sur les mesures faites entre le 27 février et le 15 mai 2008 à la sortie du bioréacteur 2. Les températures minimale et maximale ont été respectivement de 12,4 et 18,9 °C.

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

Pour chaque installation, le manuel d'installation et d'entretien pour le système de traitement SMBR^{MD} doit être adapté selon la configuration de la station et fourni au maître d'ouvrage. Tous les projets soumis pour autorisation devront faire référence à ce manuel du fournisseur et au manuel complémentaire que l'ingénieur doit fournir à la suite de la mise en service. Les recommandations sur l'utilisation, l'exploitation, l'inspection et l'entretien des équipements figurant dans ces manuels et visant l'obtention de la performance technologique attendue engagent la responsabilité du fournisseur et celle de l'ingénieur.

5- DOMAINES D'APPLICATION

Les conditions d'essai de l'installation expérimentale du système de traitement SMBR^{MD} avec garnissage Peenox^{MD} répondaient aux domaines d'application suivants :

Commercial, institutionnel et communautaire

6- CLASSE DE PERFORMANCE

Tel que l'indique le document intitulé *Procédure de validation de la performance des nouvelles technologies de traitement des eaux usées d'origine domestique* préparé par le Comité d'évaluation des nouvelles technologies de traitement des eaux usées, aucune classe de performance n'est établie pour la performance obtenue par un équipement de procédé.

7- VALIDATION DU SUIVI DE PERFORMANCE

Le Comité d'évaluation des nouvelles technologies de traitement des eaux usées a vérifié les rapports d'ingénierie et de suivi de la performance de l'équipement de procédé préparés par Mabarex inc. suivant les prescriptions du document intitulé *Procédure de validation de la performance des nouvelles technologies de traitement des eaux usées d'origine domestique*.

Le Comité a jugé que les données obtenues au cours du suivi des essais expérimentaux effectués à la station d'épuration de Sainte-Hélène-de-Bagot répondaient aux critères d'évaluation définis dans les procédures pour la publication d'une fiche d'information technique de niveau *En démonstration*.

L'équipement de procédé doit être conçu, installé, exploité et entretenu 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 l'équipement de procédé 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 et traitement primaire :

Selon l'application visée, le concepteur statuera sur la pertinence de prévoir un dessablage ou une décantation primaire. Un dégrillage sur un tamis d'au plus 10 mm doit être prévu pour éviter le colmatage des grilles de retenue du garnissage dans les réacteurs.

Réacteurs SMBR^{MD} :

- Nombre de réacteurs en série : selon l'application visée, 1 ou 2 réacteurs peuvent être recommandés.
- Temps de rétention hydraulique au débit moyen de conception : 4,77 h par réacteur.
- Taux de remplissage par le garnissage Peenox^{MD} : 50 % du volume de chaque réacteur au cours de l'étude pilote. Possibilité d'augmenter le pourcentage de remplissage jusqu'à 70 %.
- Charge organique superficielle moyenne : 5,9 g DBO_{5totale}/m² de garnissage par jour sur le premier réacteur et 2,95 g DBO_{5totale}/m² de garnissage par jour sur les deux réacteurs, au cours de l'étude pilote.
- Charge organique soluble superficielle moyenne lors des essais : 3,2 g DBO_{5soluble}/m² de garnissage par jour sur le premier réacteur et 1,6 g DBO_{5soluble}/m² de garnissage par jour sur les deux réacteurs.

Note : Lorsque la température des eaux usées à traiter est inférieure à 10 °C, des ajustements sont nécessaires à la conception sur la charge superficielle appliquée (ou la charge volumique), en tenant compte d'un facteur de correction, pour le maintien de la performance épuratoire visée à l'effluent.

- Aération et mélange :
 - L'oxygène dissous dans l'eau du réacteur doit être maintenu à une valeur d'au moins 3 mg/L.
 - Le taux d'aération doit être suffisant pour assurer le brassage et un mélange uniforme du garnissage dans le réacteur. Le taux d'aération dépend de la charge à traiter et de la profondeur d'eau.
 - Un taux moyen de 10,4 Nm³/h/m² de réacteur a été appliqué pendant les essais pilotes pour un remplissage de 50 % de garnissage.
- Antimousse :

Au besoin, un système peut être prévu afin de contrôler la génération de mousse à la surface des bassins. Deux systèmes peuvent être envisagés :

 - un système d'élimination de la mousse à l'aide d'un agent surfactant (antimousse) qui comprend une pompe doseuse d'antimousse liée à une électrode de détection de niveau de mousse;
 - un système d'élimination mécanique de la mousse à l'aide d'une pompe de recirculation et de gicleurs installés à la surface du SMBR^{MD}.
- Contrôles et alarmes :
 - Un interrupteur de haut niveau déclenche une alarme dans les réacteurs. Des problèmes de fonctionnement du ou des surpresseurs génèrent également des alarmes.
 - Optionnel : contrôle de l'oxygène dissous pour l'optimisation de la consommation énergétique.

Traitement subséquent :

À définir par le concepteur selon l'application visée.