

ÉQUIPEMENT DE PROCÉDÉ

FICHE D'INFORMATION TECHNIQUE

Réacteur biologique à support fluidisé RBMS avec garnissage MÉTÉOR 3000

Domaines d'application :	Fiche de niveau :
<i>Communautaire, commercial et institutionnel</i>	<i>En démonstration</i>

Septembre 2012



Québec 

1. DONNÉES GÉNÉRALES

- **Nom de l'équipement de procédé**

Réacteur biologique à support fluidisé RBMS avec garnissage Météor 3000

- **Cadre juridique régissant 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 promoteur**

Degrémont ltée
1375, autoroute Transcanadienne, bureau 400
Dorval (Québec) H9P 2W8
Nicolas Minel
Téléphone : 514 683-1200
Télécopieur : 514 683-1203
Courriel : nicolas.minel@degremont.com
Site Internet : www.degremont-technologies.com

2. DESCRIPTION DE L'ÉQUIPEMENT DE PROCÉDÉ

- **Généralités**

Le réacteur biologique à support fluidisé RBMS avec garnissage Météor 3000 est un équipement de procédé de traitement biologique à culture fixée sur un garnissage immergé et avec évacuation de la biomasse au fil de l'eau. Un système d'aération assure le transfert d'oxygène nécessaire pour répondre à la demande exercée par la biomasse. La biomasse se développe sur le garnissage qui est maintenu en mouvement par l'air insufflé dans le réacteur, ce qui favorise le contact avec le substrat et la régénération du biofilm par détachement de la biomasse.

Le réacteur biologique est placé en aval du traitement primaire. Ce dernier doit comprendre un dégrillage fin (ouvertures de 3 à 6 mm) et peut être précédé d'une décantation primaire.

Le procédé ne nécessite pas de recirculation de boues et, conséquemment, il n'exige pas de contrôles particuliers du rapport F/M (DBO₅/matières volatiles en suspension) et de l'âge des boues.

- **Description détaillée**

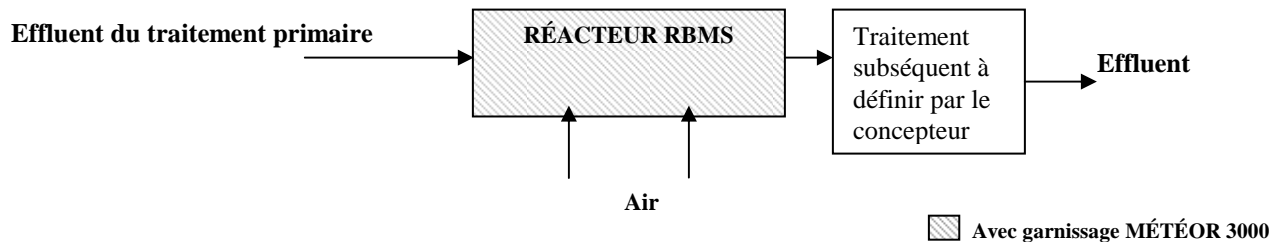
Le garnissage Météor 3000 présente une surface très poreuse. Cette particularité permet aux microorganismes d'y adhérer. Les autres caractéristiques du garnissage sont les suivantes :

- Marque : Météor 3000 de type Biochip;
- Matériau : polyéthylène;
- Surface spécifique : entre 1500 et 3000 m² par mètre cube de garnissage en vrac;
- Densité : 0,95;
- Diamètre extérieur : 22 mm;
- Épaisseur : 1 mm;

- Masse : 170 kg par mètre cube de garnissage;
- Décomposition thermique : 300 °C.

Le réacteur est doté de grilles de retenue du garnissage ayant des ouvertures maximales de 12 mm.

• **Schéma de procédé**



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

Site expérimental

Le suivi expérimental a été effectué du 2 février au 6 mai 2011 à la station d'épuration Ouest de la Ville de Québec. L'installation pilote puisait son affluent dans les eaux dessablées, mais non décantées, de la station d'épuration. L'eau était ensuite dégrillée à l'aide d'un dégrilleur ayant des ouvertures de 9 mm, puis dirigée vers l'unité pilote.

L'unité pilote comprenait un bioréacteur de 815 litres de volume liquide utile et contenait 170 litres de garnissage (taux de garnissage de 21 %). L'aération était assurée par 9 plaques de 4 diffuseurs chacune, uniformément réparties et alimentées par 2 surpresseurs d'une capacité de 15 mètres cubes par heure chacun. L'eau dans le réacteur biologique était maintenue à une température de 6 °C à l'aide de 2 échangeurs de chaleur de type « cryoplongeur » raccordés à une unité de refroidissement.

L'objectif des essais était de vérifier la capacité du garnissage Météor 3000 à soutenir une biomasse nitrifiante en eau froide (6 °C). Dans les conditions expérimentales, un taux moyen de nitrification de 53 % a été observé.

L'installation pilote fonctionnait à un débit constant, avec une moyenne mesurée de 6,12 m³/d et un écart type de 0,07 m³/d. La concentration moyenne d'oxygène dissous a été de 10,0 mg/L, avec un écart type de 1,0 mg/L.

Taux de charge observés

Les taux de charge observés dans le bioréacteur RBMS sont les suivants :

- Rétention hydraulique : 3,2 heures;
- Charge organique volumique moyenne : 2,7 kg DBO₅C/d et 0,97 g DBO₅C soluble/d par mètre cube de garnissage;
- Charges azotées volumiques moyennes : 0,41 kg N-NH₄/d par mètre cube de garnissage;
- Température maintenue à 6 °C.

3. PERFORMANCES ÉPURATOIRES OBTENUES AU COURS DES ESSAIS

Lors des essais, l'affluent à l'entrée du système de traitement RBMS avec garnissage Météor 3000 avait les caractéristiques suivantes :

Caractéristiques de l'affluent à l'entrée du bioréacteur RBMS¹

Paramètre	Unité	Valeur moyenne	Valeur minimale	Valeur maximale	Écart type
DCO	mg/L	259	83	440	100
DCO soluble	mg/L	69	24	130	27,7
DBO ₅	mg/L	122	46,5	230	47
DBO ₅ C	mg/L	76,1	25	190	45,7
DBO ₅ C soluble	mg/L	26,9	7	69	15,9
MES	mg/L	149	61	220	44
P _t	mg/L	3,3	1,3	5,6	1,3
NTK	mg-N/L	19,7	7	33	9,1
NH ₄	mg-N/L	11,3	3,1	19	5,5
pH	–	7,63	7,3	8,0	0,12
P _{total}	mg/L	3,34	1,3	5,6	1,3
O-PO ₄	mg/L	1,37	0,43	2,3	0,6
Température ²	°C	6,2	4,6	7,3	0,5
Coliformes fécaux	UFC/100 ml	1 512 469	291 871	3 257 301	721 971
Débit	m ³ /d	6,12	5,88	6,31	0,07
Alcalinité	mgCaCO ₃ /L	152	100	170	14,3

1. Basé sur 39 résultats d'analyse, sauf pour le pH et la température, pour lesquels il y a eu 93 résultats.
2. Température dans le bioréacteur.

Dans les conditions d'application décrites à la section 2, les concentrations obtenues dans l'effluent à la sortie du système de traitement RBMS avec garnissage Météor 3000 au cours des essais sont les suivantes :

Caractéristiques de l'effluent à la sortie du bioréacteur RBMS⁽¹⁾

Paramètre	Unité	Valeur moyenne	Écart type	LRMA ⁽²⁾	LRMS ⁽³⁾	LRMP ⁽⁴⁾
DCO décantée ^{(5), (7)}	mg/L	94	41	129	s. o.	163
DCO soluble ⁽⁶⁾	mg/L	37,5	15,5	53	s. o.	81
DBO ₅ ⁽⁶⁾	mg/L	158	68,2	224,2	s. o.	341,1
DBO ₅ C ⁽⁶⁾	mg/L	67,0	53	104	s. o.	190
DBO ₅ C décantée ^{(6), (7)}	mg/L	26,3	18,5	42	s. o.	76
DBO ₅ C soluble ⁽⁵⁾	mg/L	9,0	5,4	13,5	s. o.	18
MES ⁽⁵⁾	mg/L	151	44	188	s. o.	225
NH ₄ ⁽⁵⁾	mg-N/L	5,3	3,9	8,5	9,9	11,8
NO ₂	mg-N/L	0,21	0,13	s. o.	s. o.	s. o.
NO ₃	mg-N/L	6,0	1,6	s. o.	s. o.	s. o.
P _i ⁽⁶⁾	mg/L	3,2	1,2	4,2	4,7	5,3
Coliformes fécaux ⁽⁶⁾	UFC/100 mL	632 700 ⁽⁸⁾	s. o.	893 000	1 160 000	1 670 000
Alcalinité	mg/LCaCO ₃	109	7,7	s. o.	s. o.	s. o.

(1) Basé sur 39 résultats d'analyse.

(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 12 résultats.

(3) Limite de rejet en moyenne saisonnière (LRMS) définie selon un percentile de non-dépassement de 99 % avec un degré de confiance de 95 % pour la moyenne de 6 résultats.

(4) 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 3 résultats.

(5) Selon une distribution normale.

(6) Selon une distribution log-normale.

(7) Échantillons du surnageant après une décantation d'une heure en cône Imhoff.

(8) Moyenne géométrique.

Le Comité d'évaluation des nouvelles technologies de traitement des eaux usées d'origine domestique (Comité) considère que le calcul des LRMA, LRMS et LRMP n'est valable que pour des conditions d'application similaires à celles qui avaient cours lors des essais.

4. EXPLOITATION ET ENTRETIEN

Pour chaque installation, un manuel d'installation et d'entretien du système de traitement RBMS avec garnissage Météor 3000 doit être fourni au maître de l'ouvrage. Tous les projets soumis pour autorisation doivent faire référence à ce document. Après la mise en service, l'ingénieur doit fournir un manuel d'exploitation pour l'ensemble de l'ouvrage qui inclut le manuel d'installation et d'entretien du système de traitement RBMS avec garnissage Météor 3000. Les recommandations sur l'utilisation, l'exploitation, l'inspection et l'entretien des équipements qui proviennent de ces manuels et qui visent à obtenir la performance technologique attendue engagent la responsabilité du fournisseur et de l'ingénieur.

La performance attendue des bioréacteurs dépend de l'utilisation, de l'exploitation et de l'entretien des équipements. L'ingénieur concepteur et l'entreprise de fabrication ou de distribution ne peuvent être

tenus responsables si le système n'est pas utilisé selon les recommandations formulées dans le manuel du fournisseur et le manuel complémentaire de l'ingénieur.

5. DOMAINES D'APPLICATION

Les conditions d'essais observées à l'installation pilote correspondaient aux conditions d'essai spécifiées pour les domaines d'application suivants : commercial, institutionnel et communautaire.

6. CLASSE DE PERFORMANCE

Comme 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 d'origine domestique, aucune classe de performance n'est établie pour la performance d'un équipement de procédé.

La moyenne et l'écart type indiqués pour les paramètres de suivi à la sortie de l'équipement sont donnés à titre indicatif. Les limites de rejet (LRMA, LRMS et LRMP) indiquent la capacité de l'équipement de procédé à respecter les objectifs de traitement ou les exigences de rejet 99 % du temps avec un degré de confiance de 95 % pour les taux de charge observés lors des essais.

Étant donné les exigences de rejet édictées par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs et par le ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, lorsque cela est applicable à la sélection des équipements, les LRMA, LRMS et LRMP peuvent être comparées aux exigences en la matière pour les stations où l'on effectue un suivi mensuel.

S'il y a lieu, dans le cas de la DBO_5C , la DBO_5C particulaire doit être ajoutée à la DBO_5C soluble pour définir la capacité de l'équipement de procédé ou de la chaîne de traitement à respecter une exigence de rejet exprimée en DBO_5C totale.

7. VALIDATION DU SUIVI DE PERFORMANCE

Le Comité a vérifié le rapport d'ingénierie que Degrémont ltée a préparé suivant les prescriptions énoncées dans la *Procédure de validation de la performance des nouvelles technologies de traitement des eaux usées d'origine domestique*, publiée en février 2009.

Il a jugé que les données obtenues au cours des essais expérimentaux effectués à la station d'épuration Ouest de la Ville de Québec répondent 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.

Les données contenues dans cette description de performance pourront être révisées, 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. Elle ne constitue pas une certification ou une autre forme d'homologation. Le Comité, 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 des eaux usées qui est 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

Traitement préalable :

Selon la nature des solides dans les eaux usées et des objectifs épuratoires du projet, le concepteur jugera de la pertinence de prévoir un traitement primaire et un dégrillage fin sur un tamis ayant une ouverture de 6 mm ou directement un dégrillage fin sur un tamis ayant une ouverture de 3 mm sans décantation primaire.

Bioréacteur :

Rétention hydraulique au débit maximal soutenu : 3,2 heures

Le volume de média requis peut être déterminé à l'aide des charges volumiques :

$$\text{Volume de média} = \frac{\text{Concentration dans l'affluent} \times \text{débit}}{\text{Charge volumique}}$$

Durant les essais effectués à Québec, la charge organique soluble volumique moyenne a été de 1,0 kg DBO₅C_{soluble}/d par mètre cube de garnissage et la charge azotée volumique moyenne a atteint 0,4 kg N-NH₄/d par mètre cube de garnissage afin de favoriser la nitrification à 6 °C.

Lorsque la température des eaux usées est supérieure à 6 °C, Degremont doit être consultée pour adapter la conception aux besoins spécifiques du projet.

Un taux de 8,7 milligrammes de HCO₃⁻ est requis pour chaque milligramme de NH₄⁺ qui est nitrifié. Un résiduel de 80 milligrammes de HCO₃⁻ est nécessaire pour maintenir le pouvoir tampon des eaux traitées.

Le taux de remplissage par le garnissage Météor 3000 peut varier entre 10 et 50 %. À titre d'exemple, il équivalait à 21 % du volume du réacteur au cours de l'essai expérimental. Le volume utile du bioréacteur est obtenu en divisant le volume de garnissage requis par le pourcentage de remplissage sélectionné.

Après le réacteur biologique, une étape de séparation des solides et des liquides peut être nécessaire, telle une décantation ou une flottation. Le réacteur peut aussi être utilisé à la tête d'étangs aérés pour permettre l'abattement de la demande biochimique en oxygène (DBO) soluble et favoriser la nitrification.

Grilles de retenue

Des grilles de retenue doivent être prévues à l'évacuation de l'effluent et sur le trop-plein. Les ouvertures doivent mesurer 12 mm maximum afin de retenir le garnissage tout en minimisant la perte de charge.

Aération et mélange

- La quantité d'oxygène dissous dans l'eau du réacteur doit être maintenue à au moins 4 mg/L.
- Le taux d'aération doit être suffisant pour assurer le brassage et un mélange uniforme du garnissage dans le réacteur. Il dépend de la charge à traiter, du système d'aération, de la géométrie du système et du taux de remplissage par le garnissage. Degremont doit être consultée pour adapter la conception aux besoins spécifiques du projet.

Traitement subséquent :

Le concepteur doit sélectionner les autres unités de traitement requises selon l'application visée.

Un traitement biologique additionnel peut être requis pour respecter des exigences de rejet en moyenne périodique de 25 mg DBO₅C/L, ou des exigences plus sévères.

Afin de respecter les exigences de rejet relatives aux matières en suspension à l'effluent du système de traitement, un dispositif adéquat pour la séparation des solides et des liquides doit être prévu.

Si un enlèvement des solides est planifié dans le cadre d'un projet, il faut prévoir les équipements de décantation, de flottation ou de filtration requis. Divers facteurs peuvent influencer la performance, surtout s'il s'agit de petits décanteurs, notamment les processus de dénitrification (surtout lorsque le temps de rétention des boues dans le décanteur augmente), divers problèmes de court-circuitage, etc. Il est nécessaire de prévoir des déflecteurs pour dissiper l'énergie à l'entrée du décanteur, des déflecteurs de sortie, des systèmes de récupération des écumes, une extraction automatisée des boues à intervalles rapprochés ainsi que des équipements de dosage de sels métalliques ou de polymères pour faciliter la décantation.

Antimousse :

- Au besoin, un système d'élimination de la mousse à l'aide d'un agent surfactant (antimousse) qui comprend une pompe doseuse reliée à un système de détection du niveau de mousse peut être prévu afin de contrôler la production de mousse à la surface des bassins.

Contrôles et alarmes :

- Alarme de haut niveau dans le réacteur
- Alarmes signalant un défaut de fonctionnement du ou des surpresseurs
- Asservissement possible de la vitesse des surpresseurs à la mesure en continu de la concentration de l'oxygène dissous pour l'optimisation de la consommation énergétique

Suivi

Le suivi régulier du procédé consiste à :

- mesurer la concentration d'oxygène dissous, le pH et la température du bioréacteur idéalement une fois par jour;
- vérifier l'alcalinité si le pH a tendance à baisser graduellement, dans le cas où le procédé a été conçu pour la nitrification. Le cas échéant, il faut augmenter l'alcalinité pour maintenir les conditions optimales de nitrification.