

NOUVELLES TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES

FICHE D'INFORMATION TECHNIQUE

ZENOGEM^{MD}

Domaines d'application :

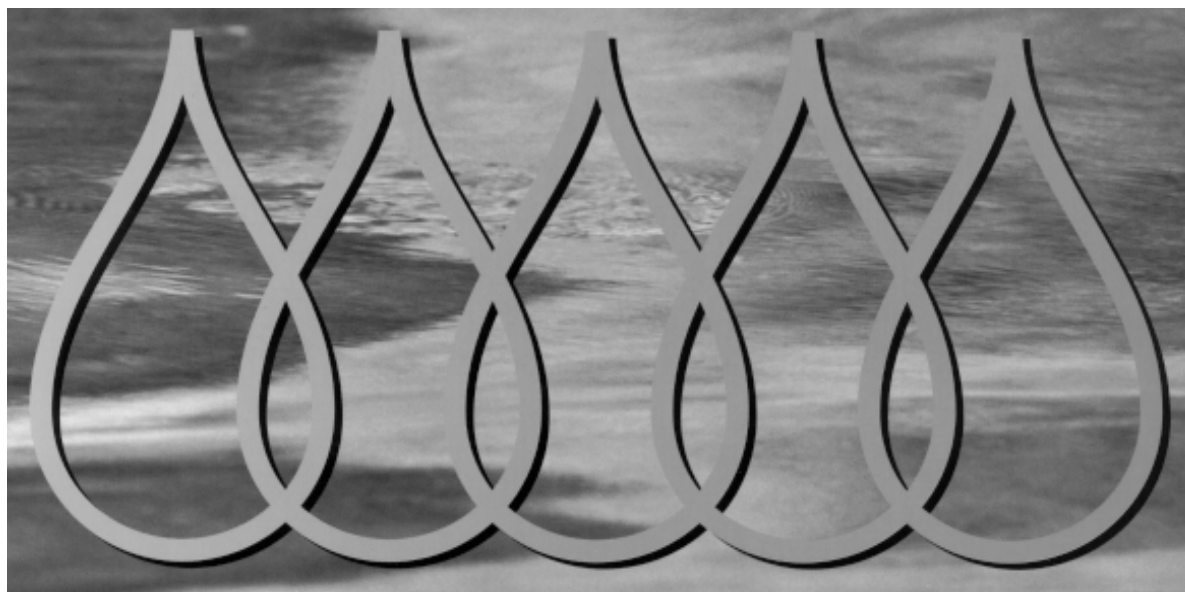
Niveau de développement :

*Commercial, institutionnel et
communautaire*

Standard

Décembre 2000

Révision Juin 2010



Québec 

1- DONNÉES GÉNÉRALES

- **Nom de la technologie**

ZenoGem^{MD}

- **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**

Nom et coordonnées du fabricant	Nom et coordonnées du distributeur
GE Water & Process Technologies ZENON Membrane Solutions Corporate Headquarters 3239, Dundas Street West Oakville (Ontario) L6M 4B2 M. Bernard Dussault, P.Eng. Téléphone : 905 465-3030 Télécopieur : 905 465-3050 Courriel : bdussault@ge.com Site Internet : www.zenon.com	Mabarex inc. 2021, rue Halpern Montréal (Québec) H4S 1S3 Téléphone : 514 334-6721 Télécopieur : 514 332-1775 François Séguin, ing., M. Ing. Courriel : fseguin@mabarex.com Site Internet : www.mabarex.com

2- DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

- **Généralités**

Le procédé ZenoGem^{MD} est un procédé de bioréacteur à membrane breveté. Il fonctionne selon le procédé des boues activées sans recirculation des boues dont la séparation solide-liquide se fait à l'aide d'une membrane plutôt que d'un clarificateur secondaire. Le procédé utilise des membranes tubulaires de microfiltration (ZeeWeed^{MD}) assemblées en modules à fibres creuses immergés, par regroupement de cassettes ayant huit modules et plus, dans la liqueur mixte du bioréacteur. Le vide partiel créé à l'intérieur des fibres creuses 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.

La chaîne complète de traitement comprend un prétraitement, si nécessaire, un décanteur primaire conventionnel ou une fosse septique, un bassin d'égalisation et un bioréacteur ZenoGem^{MD}.

Le module membranaire est nettoyé automatiquement par de l'air introduit à sa base et par rétrolavage à des fréquences régulières en utilisant le perméat. L'agitation et la turbulence créées par l'insufflation d'air exigée par le procédé biologique contribuent au nettoyage de la surface des fibres membranaires, tandis qu'un rétrolavage automatique permet à la membrane de récupérer ses caractéristiques. Un lavage complet de la membrane impliquant périodiquement un trempage dans des solutions chimiques est également nécessaire.

• Description détaillée

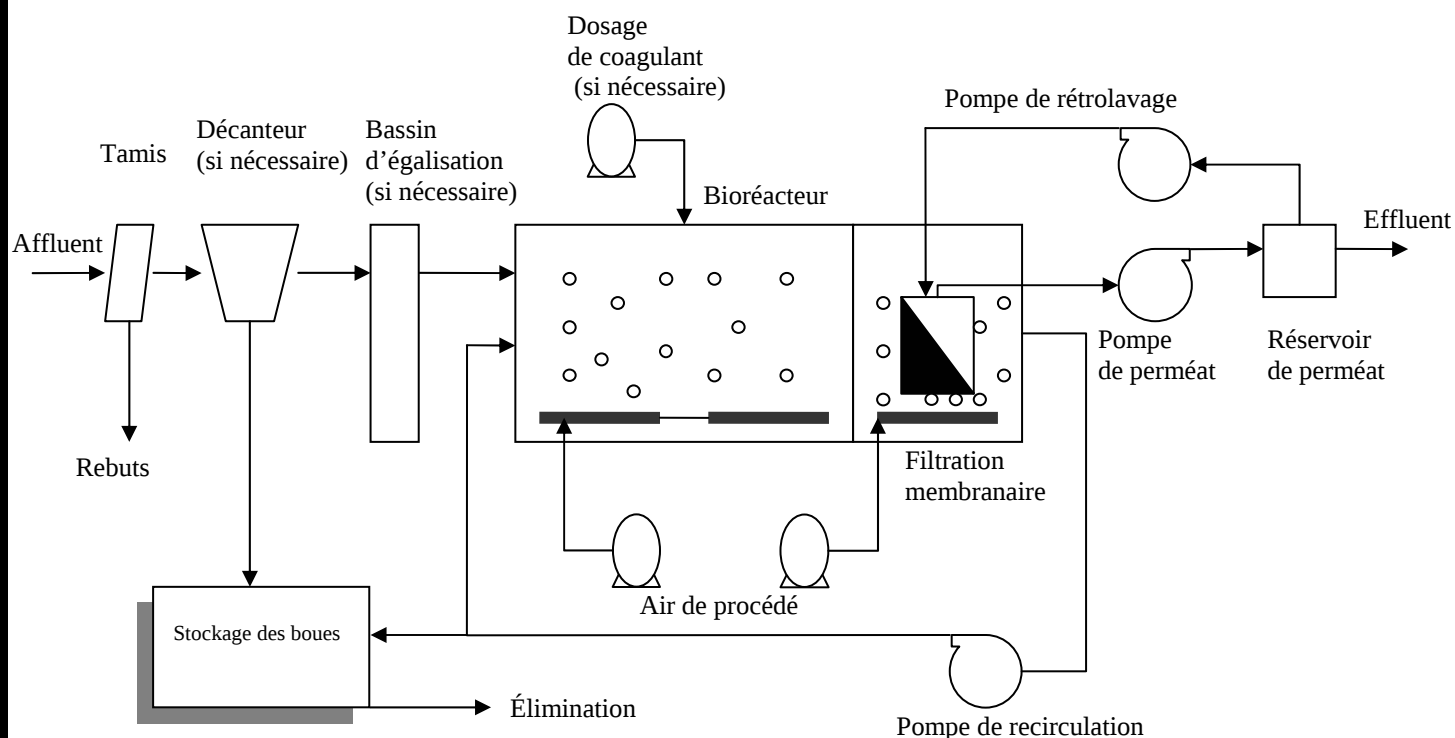
Membranes ZeeWeed^{MD} 500 :

- Configuration des fibres :
 - Fibre creuse en mode de filtration de l'extérieur vers l'intérieur.
 - Matériel de fabrication : PVDF.
 - Diamètre intérieur : 0,75 mm.
 - Diamètre extérieur : 1,95 mm.
 - Diamètre nominal des pores : 0,04 µm.
 - Diamètre absolu des pores (seuil de coupure absolu) : 0,1 µm.
- Caractéristiques des modules :
 - Mode de filtration : frontal (*dead end*).

Modules	ZeeWeed ^{MD}			
	500a	500b	500c	500d
Hauteur (mm)	2017	2017	1940	2198
Largeur (mm)	688	688	720	830
Profondeur (mm)	184	184	93	56
Surface de filtration (m ²)	47,6	60,4	20,4 ou 23,2 ¹	31,6 ou 40,9 ¹
Nombre de modules par cassette	8	8	22 ou 26	32 à 64

¹ Il existe deux configurations possibles pour les modules 500c et 500d, comprenant un nombre différent de fibres pour le même volume de module.

• Schéma de procédé



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

Site de démonstration

Les essais de démonstration se sont déroulés à la municipalité de Milton en Ontario entre juin 1997 et juin 1998. Les eaux usées dirigées vers le système membranaire provenaient de l'effluent d'un décanteur primaire existant de la station d'épuration de Milton.

L'installation était constituée de deux trains de réacteurs ZenoGem^{MD} contenant les modules membranaires ZeeWeed^{MD}. Ces unités fonctionnaient en parallèle et étaient conçues pour traiter globalement des débits moyen et maximal de 1000 et 2000 m³/d respectivement.

Chaque train avait un volume de bioréacteur de 125 m³ (temps de rétention hydraulique de 3 heures au débit moyen et de 1,5 heure au débit de pointe) et 60 modules de filtration ZeeWeed^{MD} 500, chaque module offrant une superficie de filtration de 46,5 m².

Une pompe de perméation d'une puissance de 3,7 kW était assignée à chaque train et une troisième était en réserve. Deux surpresseurs à déplacement positif avaient une puissance de 29,8 kW, et une troisième unité était en réserve. La capacité d'aération était de 2040 m³/h, dont 1020 m³/h étaient alloués aux unités de filtration. Un réservoir d'eau filtrée d'une capacité de 1895 L (500 gus) était disponible pour les rétrolavages pulsés.

Lors des essais, la concentration de la liqueur mixte était maintenue entre 6700 et 17 000 mg MLVES/L, mais le plus souvent elle était située aux alentours de 10 000 mg MLVES/L. L'âge moyen des boues était de 15 jours.

L'enlèvement du phosphore était assuré par un dosage moyen de 100 mg/L d'alun.

Les résultats en matière de coliformes fécaux ont été obtenus aux installations pilotes de la municipalité de Powell River en Colombie-Britannique entre le 1^{er} septembre et le 9 juin.

Description et cas de charge observés*Prétraitement :*

- Les eaux brutes étaient dégrillées lors des essais.

Traitement primaire :

- Décantation conventionnelle (non décrite).

Bioréacteur ZenoGem^{MD} :

- Matières volatiles en suspension observées dans la liqueur mixte lors des essais :
 - 6760 à 16 864 mg/L.
- Pourcentage moyen de matières volatiles dans la liqueur mixte : 60,6 %.
- Charge massique moyenne appliquée lors des essais :
 - 0,476 kg DBO₅C/m³/d;
 - 0,38 kg MES/m³/d;
 - 0,06 kg N-NH₄⁺/m³/d.

- Flux de filtration testé :
 - 14,9 L/m².h au débit moyen;
 - 29,9 L/m².h au débit maximal.
- Temps de rétention hydraulique observé :
 - 3 h au débit moyen;
 - 1,5 h au débit maximal.
- Âge moyen des boues : 15 d.
- Ratio F/M : entre 0,02 et 0,08 kg DBO₅/kg MVES.d.
- Rapport molaire appliqué en déphosphatation lors des essais : 2 Al:1 P_t.
- Taux d'aération appliqué lors des essais :
 - 8,6 m³ d'air/h/m³ de réacteur pour le nettoyage des membranes;
 - 8,6 m³ d'air/h/m³ de réacteur pour répondre aux besoins en oxygène.
- Production de boues biologiques et chimiques lors des essais : 1 kg MES/kg DBO₅ enlevé.

3- PERFORMANCES ÉPURATOIRES OBTENUES AU COURS DES ESSAIS

Durant la période d'essai, les eaux usées brutes provenaient du réseau municipal de Milton et étaient de nature domestique. Les concentrations observées à l'effluent de la décantation primaire étaient les suivantes :

Caractéristiques observées à l'effluent du décanteur primaire⁽¹⁾

Paramètre	Valeur moyenne	Valeur minimale	Valeur maximale	Écart type
DBO ₅ C (mg/L)	119	54	199	27
MES (mg/L)	96	54	181	17
P _t (mg/L)	5,0	0,9	9,5	0,85
N-NH ₄ ⁺ (mg/L)	15,3	7,3	25	2,1

Dans les conditions d'application décrites à la section 2, les concentrations obtenues à l'effluent du système de traitement ZenoGem^{MD} au cours des essais de démonstration ont été les suivantes :

Caractéristiques observées à l'effluent du ZenoGem^{MD} (2)

Paramètre	Valeur moyenne	Écart type	LRMA ⁽³⁾	LRMS ⁽⁴⁾	LRMP ⁽⁵⁾
DBO ₅ C (mg/L) ⁽⁶⁾	1,2	0,6	1,4	s. o.	1,9
MES (mg/L) ⁽⁶⁾	3	0,1	3,1	s. o.	3,3
P _t (mg/L) ⁽⁷⁾	0,04	0,014	0,06	0,06	0,07
N-NH ₄ ⁺ (mg/L) ⁽⁶⁾	0,18	0,48	0,4	0,5	0,7

(Juin 2010)

Durant la période d'essai à Powell River, les eaux usées brutes provenaient du réseau d'égout municipal et étaient de nature domestique. Les concentrations observées à l'affluent du système ZenoGem^{MD} étaient les suivantes :

Caractéristiques observées à l'affluent du réacteur ZenoGem^{MD} (8)

Paramètre	Valeur moyenne	Valeur minimale	Valeur maximale	Écart type
DBO ₅ C (mg/L)	167	67	324	71
MES (mg/L)	150	56	247	64

Dans les conditions d'application décrites à la section 2, les concentrations obtenues à l'effluent du système de traitement ZenoGem^{MD} au cours des essais de démonstration ont été les suivantes :

Caractéristiques observées à l'effluent du ZenoGem^{MD} (2)

Paramètre	Valeur moyenne	Écart type	LRMA ⁽³⁾	LRMS ⁽⁴⁾	LRMP ⁽⁵⁾
Coliformes fécaux (UFC/100 ml)	< 1	n. d.	1	1	1

(1) Moyenne basée sur 230 résultats.

(2) Basé sur 205 résultats pour la DBO₅C, 222 résultats pour les MES, le P_t et le N-NH₄, et 54 résultats pour les coliformes fécaux.

(3) 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.

(4) 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 six résultats.

(5) 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.

(6) Selon une distribution delta-lognormale.

(7) Selon une distribution lognormale.

(8) Moyenne basée sur 19 résultats.

n. d. : non déterminé.

UFC : unités formant des colonies.

Le Comité considère que le calcul des LRMA, LRMS 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 ZenoGem^{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 au manuel du fournisseur et au manuel d'entretien 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 qui figurent dans ces manuels et visent

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 des installations de démonstration du système de traitement ZenoGem^{MD} répondaient aux domaines d'application suivants :

Commercial, institutionnel et communautaire

6- CLASSE DE PERFORMANCE

Compte tenu du suivi effectué au cours des essais, la performance du système de traitement ZenoGem^{MD} a atteint, pour les cas de charge observés sur les installations de démonstration, les classes de performance suivantes :

Paramètre	Classe de performance		
	Concentration moyenne annuelle	Concentration moyenne saisonnière	Concentration moyenne périodique
DBO ₅ C (mg/L)	5	s. o.	5
MES (mg/L)	10	s. o.	10
Phosphore total (mg/L) ⁽¹⁾	0,1	0,1	0,1
NH ₄ ⁺ (mg/L)	1	1	1
Coliformes fécaux (UFC/100 ml)	200	200	200

⁽¹⁾ Avec déphosphatation à l'alun.

7- NIVEAU DE DÉVELOPPEMENT

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 la technologie qui ont été présentés par ZENON Membrane Solutions de GE Water & Process Technologies 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 à la station d'épuration de Milton et de Powell River étaient suffisantes pour répondre aux critères d'évaluation définis dans les procédures pour la publication d'une fiche d'information technique de niveau **Standard**.

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 station existante 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 dessablage peuvent être nécessaires, surtout si le réseau d'égout est de type unitaire.

Traitement primaire :

- Dégrillage fin avec espacement de 3 mm.
- ou
- Décantation primaire conventionnelle.
- ou
- Fosse septique correspondant à 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), avec préfiltre ayant des ouvertures de 1,6 mm à la sortie du deuxième compartiment.

Bassin d'égalisation :

- Bassin d'égalisation, si nécessaire.

Bioréacteur ZenoGem^{MD} :

- Flux net de filtration à 20 °C recommandé : de 15 à 30 L/m².h.
- Correction pour la température : réduction du flux de 3 % par degré Celsius en dessous de 20 °C.
- Ratio typique flux instantané/flux net : de 1,1 à 1,2.
- Gamme de pH recommandée : de 5 à 9,5.
- Capacité d'aération suffisante pour la conversion et l'élimination des charges polluantes organiques (correspondant à 1,5 g O₂/g DBO₅) et pour répondre aux besoins de brassage ainsi que capacité d'aération assurée par une grille de diffusion à fines bulles située à la base du module membranaire de 3 m³ d'air/h/m³ pour le nettoyage des membranes.
- Lavage des membranes :
 - Rétrolavage à l'eau ultrafiltrée : toutes les 15 min pendant 15 sec;
 - Débit de rétrolavage : de 1,91 à 2,12 L/min par mètre carré;
 - Volume d'eau par rétrolavage : de 0,48 à 0,53 L/m²;
 - Lavage chimique : immersion du module dans une solution de chlore concentrée (500 à

1000 mg/L) ou d'acide citrique (pH de 2,2) pendant une durée minimale de 6 h. À la suite du lavage, les eaux résiduelles sont déchlorées avec du bisulfite de sodium et neutralisées avant d'être rejetées en tête du système de traitement des eaux.

Gestion des boues :

- Production de boues biologiques : de 0,4 à 0,7 kg MES/kg DBO₅ enlevé selon la quantité de matière inerte à l'affluent.
- Production de boues chimiques : selon le dosage appliqué.