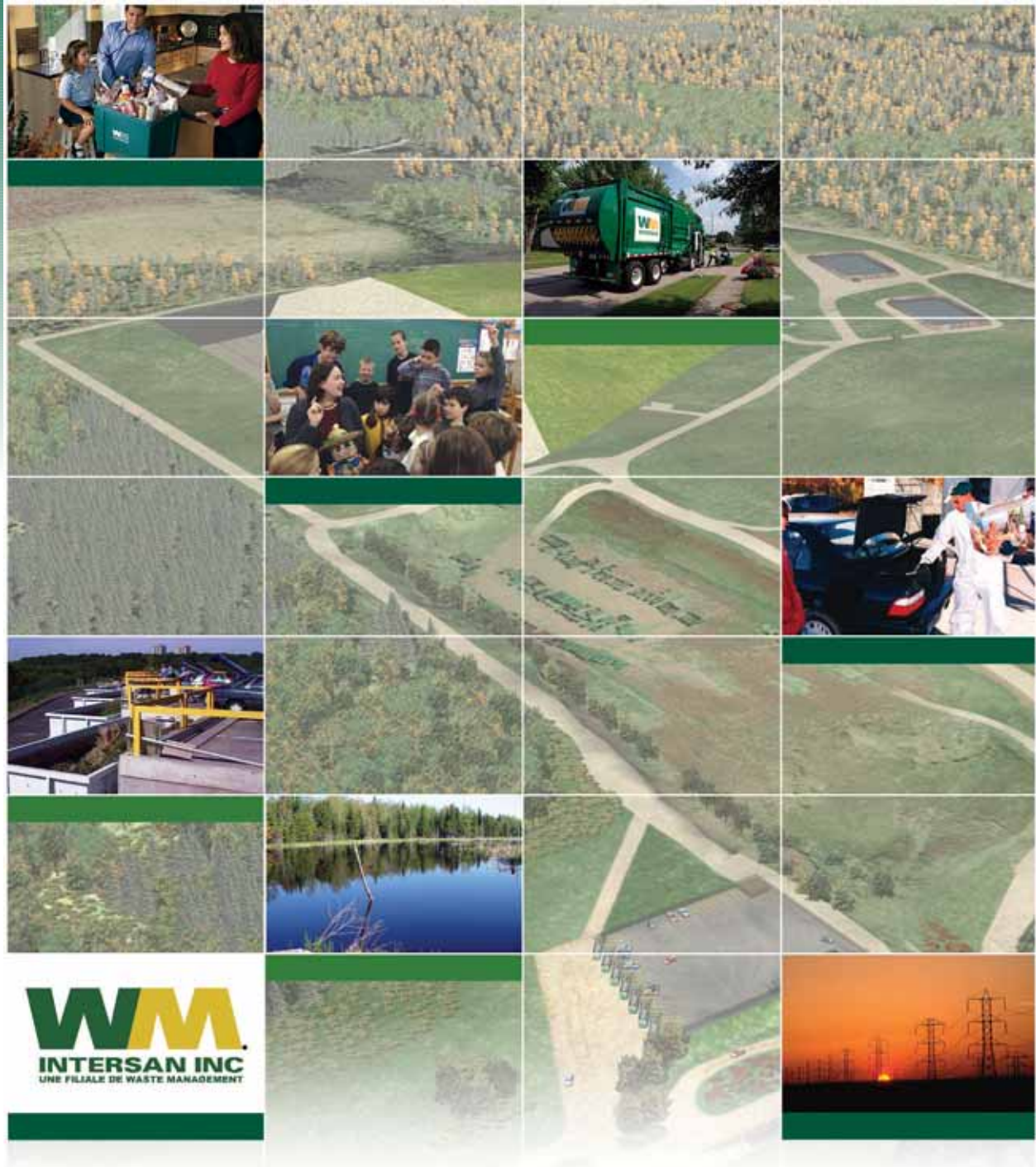


Projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement technique de Magog VOLET TECHNIQUE



Rapport final
(Novembre 2005)

ASA André Simard
et associés

**Projet d'agrandissement
du lieu d'enfouissement technique de Magog**

VOLET TECHNIQUE

Dossier 04.1915

Rapport final

Novembre 2005

Intersan inc.

LET de Magog

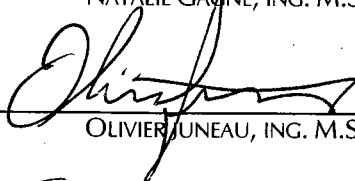
Rapport volet technique

Projet d'agrandissement du LET de Magog

Novembre 2005
No de projet : 05-1915

RÉDIGÉ PAR :

NATALIE GAGNÉ, ING. M.SC.



OLIVIER JUNEAU, ING. M.SC.

VÉRIFIÉ PAR :



JEAN BERNIER, ING. M.SC.

**Émission finale,
Le 30 novembre 2005**

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	1-1
2. CONCEPT D'AMÉNAGEMENT DU LET.....	2-1
2.1 CRITÈRES DE CONCEPTION	2-1
2.1.1 TONNAGE DE MATIÈRES RÉSIDUELLES ET DURÉE DE VIE	2-1
2.1.2 EXIGENCES DE LOCALISATION	2-2
2.2 AMÉNAGEMENT DU LET	2-3
3. DESCRIPTION DES COMPOSANTES TECHNIQUES DU LET.....	3-1
3.1 SYSTÈME D'IMPERMÉABILISATION.....	3-1
3.2 SYSTÈMES DE COLLECTE ET D'ÉVACUATION DU LIXIVIAT	3-2
3.2.1 <i>Système primaire de collecte et d'évacuation du lixiviat</i>	3-3
3.2.2 <i>Système secondaire de collecte du lixiviat</i>	3-5
3.2.3 <i>Accès de nettoyage</i>	3-5
3.2.4 <i>Couche drainante</i>	3-6
3.2.5 <i>Bassins d'accumulation du lixiviat</i>	3-6
3.2.6 <i>Poste de pompage</i>	3-7
3.2.7 <i>Réinfiltration du lixiviat</i>	3-7
3.2.8 <i>Quantité de lixiviat produit</i>	3-9
3.0 DESCRIPTION DES OUVRAGES DE CAPTAGE ET DE DESTRUCTION DU BIOGAZ	3-15
3.3.1 <i>Aménagement général</i>	3-15
3.3.2 <i>Tranchées de captage du biogaz</i>	3-16
3.3.3 <i>Système de collecteurs principaux</i>	3-17
3.3.4 <i>Station de pompage et de traitement du biogaz</i>	3-17
3.3.5 <i>Étude de dispersion atmosphérique</i>	3-18
3.4 RECOUVREMENT FINAL IMPERMÉABLE	3-21
3.5 DRAINAGE DES EAUX SUPERFICIELLES	3-22
3.6 VALORISATION DU BIOGAZ	3-23
3.7 SÉQUENCE D'EXPLOITATION	3-23
4. TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT ET DE CONSTRUCTION DU LET	4-1
4.1 GESTION DES SOLS.....	4-1
4.2 ROUTES ET CHEMINS D'ACCÈS.....	4-1
4.3 ASSURANCE ET CONTRÔLE DE LA QUALITÉ.....	4-1
5. MODALITÉS OPÉRATIONNELLES DU LET.....	5-1
5.1 CONTRÔLE ET INSPECTION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES REÇUES	5-1

5.2	OPÉRATIONS D'ENFOUISSEMENT	5-2
5.3	ENTRETIEN PRÉVENTIF DES COMPOSANTES DES CET	5-4
5.4	ÉQUIPEMENTS LOURDS	5-4
5.5	HORAIRES D'EXPLOITATION.....	5-5

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1	Description technique du LET de Magog.....	2-4
Tableau 3.1	Estimation des taux de production de lixiviat pour les différents stades d'exploitation du LET.....	3-11
Tableau 3.2	Estimation de la production annuelle de lixiviat.....	3-13
Tableau 3.3	Séquence d'exploitation du LET de Magog.....	3-24

LISTE DES FIGURES

Figure 3.1	Estimation de la production annuelle de lixiviat au site de Magog.....	3-14
Figure 3-2	Génération et captage du biogaz situation actuelle et projet proposé	3-20

LISTE DES ANNEXES

Annexe A	Données météorologiques de Magog
Annexe B	Simulations HELP
Annexe C	analyse structurale des conduites
Annexe D	Analyse des géosynthétiques
Annexe E	Évaluation de la capacité de réinfiltration
Annexe F	Devis d'assurance-qualité des géosynthétiques
Annexe G	Estimation des coûts de post-fermeture
Annexe H	Plans

PARTIE 1 – Introduction

1. INTRODUCTION

La compagnie Bestan inc. (Bestan) est propriétaire et exploite l'actuel lieu d'enfouissement sanitaire (LES) de Bestan localisé dans la municipalité de Magog. Cette compagnie, au même titre qu'Intersan inc. (Intersan), est une filiale québécoise de Waste Management inc. (WMI) dont le siège social est situé à Houston, au Texas. WMI est la plus importante compagnie de gestion des matières résiduelles au monde. Elle œuvre à travers l'ensemble de l'Amérique du nord où elle possède et opère, à ce jour, environ 1400 divisions de collecte et de transport, plus de 190 centres de tri et près de 300 lieux d'élimination.

La vie utile de l'actuel LES de Magog arrivera bientôt à terme. Pour appuyer la MRC de Memphrémagog et les MRC voisines dans la mise en œuvre des plans de gestion des matières résiduelles (PGMR), Intersan propose le développement d'un Centre de valorisation environnementale des résidus (CVER) sur le site du LES de Magog. Ce CVER, qui comprendra divers ouvrages de récupération et de valorisation, en plus d'un centre de formation environnementale, inclura un lieu d'enfouissement technique (LET) répondant aux nouvelles exigences environnementales pour l'élimination sécuritaire des résidus ultimes. La présente étude porte spécifiquement sur l'aménagement du LET de Magog.

Le LET de Magog sera localisé sur les terrains localisés au sud-est de l'actuel LES Bestan. Les terrains retenus pour l'aménagement du LET sont désignés par les lots 10-A et 10-B du Rang XIII du canton de Hatley, ce dernier étant situé dans la municipalité de Magog.

Ainsi, Intersan compte poursuivre ses activités d'élimination des matières résiduelles au lieu d'enfouissement de Magog en favorisant l'application des plus récentes technologies de pointe pour la protection de l'environnement et conformément aux exigences du *Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles (REIMR)* du ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) adopté en mai 2005 par le Gouvernement du Québec. Ce nouveau règlement, attendu depuis plus d'une décennie, remplace le désuet *Règlement sur les déchets solides*.

La firme André Simard et associés Ltée (ASA) a été mandatée pour élaborer les aspects techniques du projet d'aménagement du LET de Magog. L'étude traite en premier lieu de la localisation du LET et des principes généraux d'aménagement de l'ensemble des infrastructures prévues. Ensuite, les aspects techniques sont abordés de façon détaillée l'établissement des critères de conception, la description des divers systèmes et composantes techniques du LET ainsi que des divers ouvrages de génie civil connexes.

Les principales composantes sont décrites dans le présent rapport, ainsi qu'à l'intérieur des plans et détails d'aménagement regroupés à l'annexe H, de manière à permettre une compréhension suffisante du projet pour réaliser l'évaluation des impacts.

PARTIE 2 – Concept d'aménagement du LET

2. CONCEPT D'AMÉNAGEMENT DU LET

Le concept d'aménagement du LET proposé dans le cadre du CVER de Memphrémagog est basé sur les nouvelles exigences environnementales du *REIMR* ainsi que sur les orientations du PGMR de la MRC Memphrémagog. Un LET représente la nouvelle terminologie pour désigner un lieu d'élimination des matières résiduelles exploité en confinement, avec collecte et traitement du lixiviat ainsi que du biogaz, selon les dispositions du *REIMR*. Ces nouveaux lieux d'élimination représentent une amélioration technologique importante en terme de sécurité environnementale.

L'élaboration des aspects techniques du projet d'aménagement du LET de Magog se réalise en termes de localisation et de critères de conception dans un premier temps, puis en termes plus techniques, abordant successivement la description de l'aire d'enfouissement et la conception des divers ouvrages techniques pour la collecte, l'évacuation et le traitement des eaux de lixiviation et des biogaz. Le mode d'opération du LET sera par la suite abordé.

2.1 CRITÈRES DE CONCEPTION

La conception du LET de Magog est basée directement sur les dispositions réglementaires énoncées au *REIMR* relatifs à l'aménagement d'un lieu d'enfouissement, tant celles portant sur les conditions générales d'aménagement, l'étanchéité, le captage et le traitement des lixiviats et des biogaz, la gestion des eaux de surface, que celles portant sur les modalités opérationnelles.

2.1.1 TONNAGE DE MATIÈRES RÉSIDUELLES ET DURÉE DE VIE

Le LET proposé a été développé de façon à permettre l'élimination d'un tonnage annuel d'environ 60 000 t de résidus ultimes sur une période de 25 ans, conformément aux orientations du PGMR de la MRC Memphrémagog.

2.1.2 EXIGENCES DE LOCALISATION

Les conditions générales d'aménagement prévues au REIMR qui ont été considérées pour l'implantation de l'aire d'élimination du LET proposé sont :

1. L'aire d'élimination des matières résiduelles de tout LET de même que le système de traitement des eaux de lixiviation doivent être aménagés à une distance minimale d'un kilomètre de toute installation de captage d'eau de surface ou de toute installation de captage d'eau souterraine, dans le cas où ces installations servent, soit à la production d'eau de source ou d'eau minérale, soit à l'alimentation d'un aqueduc.
2. l'interdiction d'aménager un LET :
 - dans la zone d'inondation d'un cours ou plan d'eau (ligne d'inondation d'une récurrence de 100 ans);
 - à l'intérieur de toute zone à risque de mouvement de terrain;
 - sur un terrain en dessous duquel se trouve une nappe libre ayant un potentiel aquifère élevé (Capacité de pompage permanente d'un puits de 25 m³/h d'eau).
3. l'intégration du LET au paysage environnant à l'intérieur d'un rayon d'un kilomètre en tenant compte des caractéristiques physiques et visuelles du paysage, entre autres sa topographie, son accessibilité visuelle et son intérêt récréo-touristique, de la capacité du paysage d'intégrer ou d'absorber ce type d'installation et de l'efficacité des mesures d'atténuation des impacts visuels (écran, zone tampon, reverdissement, reboisement, etc.).
4. une zone tampon d'au moins 50 m de large doit être maintenue sur le pourtour de l'aire d'élimination du LET, du système de traitement des lixiviats ainsi que de l'installation d'aspiration et d'élimination des biogaz dans le but d'atténuer les nuisances que peut générer un LET et de permettre la mise en oeuvre de mesures correctives, si besoin est. Cette zone tampon doit faire partie intégrante du lieu d'enfouissement et ne comporter aucun cours ou plan d'eau.

5. l'aménagement d'un LET doit tenir compte des contraintes géotechniques inhérentes aux matériaux naturels en présence et aux matériaux synthétiques utilisés ainsi que des conditions hydrogéologiques qui prévalent et qui peuvent faire l'objet de modifications à la suite des aménagements proposés.

2.2 AMÉNAGEMENT DU LET

L'aire d'élimination proposée est illustrée au plan 2 de l'annexe H. Elle couvre une superficie de 11,2 ha pour une capacité totale d'enfouissement d'environ 1 908 000 m³ incluant le recouvrement journalier. En considérant qu'une moyenne d'environ 60 000 t/an de matières résiduelles seront éliminées au LET durant sa vie active, le projet dispose ainsi d'une durée de vie approximative de 25 ans (tableau 2.1).

Le schéma d'aménagement proposé pour le LET est illustré au plan 2. Ce plan montre les limites des sept cellules d'enfouissement technique (CET) proposées dans le cadre du LET, de même que les chemins d'accès, les fossés d'évacuation des eaux superficielles, la zone tampon en périphérie du site, le poste de pompage proposé pour le LET et ceux existants du LES, les bassins existants d'accumulation et de prétraitement pour le lixiviat ainsi que la superficie de terrain réservée pour l'aménagement d'un bassin complémentaire, si besoin est, et finalement, l'unité d'aspiration et d'élimination du biogaz.

Le LET sera donc exploité par la construction progressive de sept CET d'une superficie variant de 1,4 à 1,8 ha. Les CET auront une durée de vie variant de une à six années. Toutefois, compte tenu de la surélévation importante du LET, la construction de la CET subséquente devra être fréquemment devancée par rapport à la capacité maximale de celles en exploitation afin de permettre une exploitation en palier.

Le LET a été localisé sur les terrains disponibles au sud-est de l'actuel LES et à l'est des bassins de captage et d'aération existants, ce secteur étant le plus propice pour le développement du site compte tenu de la superficie de terrain disponible et de sa topographie. Le LET sera aménagé dans un boisé en milieu rural. Le paysage environnant est vallonné et les opérations seront dissimulées dans une dépression orientée nord-sud. De plus, le dépôt meuble dans lequel sera assis le LET est un till présentant une faible perméabilité contrairement aux dépôts fluvio-glaciaire présents au nord qui présentent une perméabilité supérieure.

Au nord du site, on retrouve le dépôt de matériaux secs et une ancienne zone d'enfouissement complétée en 1981. Ces installations font en sorte que les possibilités d'expansion dans cette direction sont limitées. Ainsi, le projet d'agrandissement du site d'enfouissement de Magog se fera au sud-est de l'actuel LES.

Une telle stratégie permettra de procéder à l'aménagement du site en continuité avec les opérations actuelles et d'optimiser l'utilisation de la majorité des équipements en place : chemins d'accès, systèmes de traitement et infrastructures connexes telle la balance et le système de détection de radiation installé à l'entrée du site actuel.

TABLEAU 2.1 : DESCRIPTION TECHNIQUE DU LET DE MAGOG

CET	Superficie totale	Capacité exploitable		Durée de vie maximale approximative	
		N°	ha	m ³	t ⁽¹⁾
1	1,52		54 500	44 000	0,7
2	1,41		147 295	118 940	2,0
3	1,53		217 174	175 370	2,9
4	1,66		293 091	236 670	4,0
5	1,78		344 897	278 505	4,6
6	1,78		374 220	302 185	5,0
7	1,54		476 738	384 965	6,4
TOTAL	11,2		1 907 915	1 540 635	25.6

(1) : Utilisation d'un taux de compaction de 0.85 t/m³ de matières résiduelles et 5% du volume total en recouvrement journalier

Le lixiviat issu du LET sera dirigé par l'intermédiaire d'un poste de pompage vers les installations existantes, soit le bassin d'accumulation d'une capacité de 6 000 m³ pour ensuite être dirigé vers le bassin de prétraitement aéré d'une capacité de 6 400 m³. Tout comme pour les eaux de lixiviation actuellement collectées au LES, il est prévu d'acheminer les eaux de lixiviation issues du LET par camion citerne vers une usine privée de traitement des eaux usées reconnue et accréditée par le MDDEP.

Actuellement, les eaux de lixiviation sont dirigées vers l'usine de traitement de GSI Environnement située à Sherbrooke.

Les fossés d'évacuation des eaux de surface ceinturant le LET seront dirigés vers le bassin de sédimentation existant localisé au sud-ouest du site ayant un volume utile de 1 660 m³ avant de rejoindre le réseau hydrique naturel. Ce bassin a été construit en septembre 2002.

L'accès aux CET sera possible à partir des infrastructures menant aux installations d'entreposage et de traitement du lixiviat existantes localisées au sud de l'aire en exploitation.

PARTIE 3 – Description des composantes techniques du LET

3. DESCRIPTION DES COMPOSANTES TECHNIQUES DU LET

3.1 SYSTÈME D'IMPERMÉABILISATION

Les études hydrogéologique et géotechnique réalisées sur les terrains visés par la présente étude (ENVIR-EAU, novembre 2005; ADS, 1991, 1992, 1995) ont démontré que la mise en place d'un système d'imperméabilisation artificiel à double niveau de protection était requise au LET de Magog, la présence d'une couche de sol naturel homogène d'une épaisseur minimale de 6 m et ayant, en permanence, une conductivité hydraulique égale ou inférieure à 10^{-6} cm/s ne pouvant être démontrée sur le site. Donc, afin de confiner adéquatement les matières résiduelles et de les isoler du milieu environnant, un système d'imperméabilisation à double niveau de protection, construit par l'entremise de matériaux naturels et géosynthétiques, sera installé au fond et sur les parois des cellules d'enfouissement. Ce système d'imperméabilisation sera aménagé au-dessus du niveau des eaux souterraines tout en respectant une distance minimale de 1,5 m du roc. Le système d'imperméabilisation proposé est conforme aux exigences énoncées à l'article 22 du REIMR.

La barrière imperméable à double niveau de protection proposée pour l'aménagement du LET est illustrée sur le plan 5. Elle se compose, du haut vers le bas, des éléments suivants :

- o Une couche de drainage constituée de 500 mm d'épaisseur de pierre nette et possédant une conductivité hydraulique minimale de l'ordre de 5×10^{-1} cm/s, soit près de 50 fois supérieure à l'exigence minimale de 1×10^{-2} cm/s du REIMR;
- o Un revêtement imperméable supérieur constitué d'un géotextile de protection et d'une géomembrane en PEHD de 1,5 mm d'épaisseur. Cette géomembrane sera protégée des effets mécaniques de la mise en place des matières résiduelles par la couche de drainage du système de captage de lixiviat qui la recouvre. Le géotextile vise, pour sa part, à protéger la géomembrane des aspérités de la pierre nette;
- o Un système de détection de fuite constitué d'un géofilet de drainage en PEHD d'une épaisseur minimale de 5 mm posé directement entre les revêtements imperméables inférieur et supérieur. Ce géofilet, à titre de système de détection de

fuites, assurera la détection et la récupération des infiltrations potentielles de lixiviat à travers le revêtement imperméable supérieur;

- Un revêtement imperméable inférieur composite constitué d'une géomembrane en PEHD de 1,5 mm d'épaisseur associée à un géocomposite bentonitique de 6 mm d'épaisseur et présentant une conductivité hydraulique inférieure à 5×10^{-9} cm/s.

L'utilisation d'une membrane d'argile synthétique, communément appelée natte bentonitique ou géocomposite bentonitique, a été retenue pour la conception du système d'imperméabilisation à titre d'équivalence par rapport à la couche d'argile de 60 cm d'épaisseur ($K \leq 10^{-7}$ cm/s) prescrite au REIMR. L'équivalence de ce type de membrane géosynthétique, constituée d'une couche de bentonite emprisonnée entre deux géotextiles, est reconnue par le MDDEP puisque son utilisation en alternative à l'argile a été éprouvée dans de nombreux LET du Québec. De plus, son utilisation permet de limiter considérablement l'épaisseur du système d'imperméabilisation tout en facilitant le contrôle qualitatif au chantier.

De la même façon, un géofilet de drainage est proposé en équivalence pour la couche de détection de fuite. Ce géofilet, d'une épaisseur minimale de 5 mm, offrira une transmissivité hydraulique égale ou supérieure à celle de la couche granulaire imposée à l'article 26 du REIMR, et ce, en considérant les critères d'équivalence recommandés par la littérature.

La base du système d'imperméabilisation sera aménagée sur une assise constituée à partir du matériau granulaire en place.

3.2 SYSTÈMES DE COLLECTE ET D'ÉVACUATION DU LIXIVIAT

La configuration du système de collecte et d'évacuation du lixiviat pour les sept CET qui constitueront progressivement l'aire d'élimination des matières résiduelles du LET est présentée au plan 2.

3.2.1 Système primaire de collecte et d'évacuation du lixiviat

Le système primaire de collecte et d'évacuation du lixiviat est localisé directement sur le revêtement imperméable supérieur. Il a pour fonction d'évacuer le plus rapidement possible le lixiviat percolant à travers les matières résiduelles et rejoignant la couche de drainage des CET de façon à limiter la charge hydraulique imposée au revêtement imperméable supérieur.

Dans le cas d'un LET nécessitant un double niveau d'imperméabilisation, le REIMR exige de maintenir en tout temps une charge hydraulique inférieure à 300 mm sur le revêtement imperméable, excepté à l'emplacement des systèmes de pompage (article 27). Les paramètres qui influencent la conception du système primaire de drainage des eaux de lixiviation sont :

- Le débit de lixiviat qui percole à travers les matières résiduelles et s'infiltré dans la couche de drainage ;
- L'épaisseur et la conductivité hydraulique de la couche de drainage ;
- La configuration du système de collecte, la distance maximale de drainage ainsi que la pente du revêtement imperméable vers les conduites perforées ;

La distance de drainage établie lors de la conception du système de collecte du lixiviat guide habituellement l'espacement des drains et, par conséquent, le dimensionnement des CET.

Le plan d'aménagement du système d'imperméabilisation du LET de Magog a été développé afin de respecter le critère le plus critique entre le niveau des hautes eaux souterraines de la nappe libre de surface et une distance minimale de 1,5 m par rapport au roc. La carte piézométrique de la nappe libre de surface ainsi que celle de la topographie du roc ont été établies dans le cadre de l'étude hydrogéologique et géotechnique (Envir-Eau, novembre 2005). Afin d'optimiser le volume en excavation, l'aire d'élimination présente un profil d'assise variable s'ajustant le plus possible aux contraintes hydrogéologiques et géotechniques tout en respectant une pente minimale de 2% pour le drainage du lixiviat et de 0,5% pour les conduites de collecte.

La distance de drainage, qui correspond à l'espacement des drains avec une configuration en escalier, a été posée à un maximum de 50 m afin d'ajuster la superficie des CET en

tonnage annuel de matières résiduelles et réduire ainsi la production de lixiviat au cours de la première année d'exploitation suivant leur ouverture.

Le système primaire de collecte et d'évacuation du lixiviat est constitué de conduites collectrices de cellules et d'un collecteur principal. Les conduites collectrices de cellules sont faites de PEHD perforé ayant un diamètre de 150 mm installées de façon longitudinale à la base de chacune des CET, dans l'axe nord-sud du LET. Elles seront aménagées selon une pente variant entre 0,5 % et 5,0 % ce qui leur permettra d'acheminer efficacement le lixiviat vers le drain collecteur principal. Ce dernier sera également constitué d'une conduite perforée en PEHD, mais d'un diamètre de 200 mm. Ce collecteur de premier niveau, installé dans l'axe est-ouest à la limite nord du LET, convergera vers un poste de pompage unique aménagé au point bas du site.

Dans ces conditions et en considérant l'utilisation d'une pierre nette d'une conductivité hydraulique élevée pour la couche de drainage ($k \approx 5 \times 10^{-1} \text{cm/s}$), les simulations hydrologiques réalisées à l'aide du logiciel HELP (Hydrologic Evaluation of Landfill Performance, Schroeder et al., 1997) montrent que le système d'imperméabilisation et de collecte du lixiviat est hautement sécuritaire. Ce modèle mathématique permet de simuler l'hydrologie d'un LET en fonction des données climatiques locales (précipitations, température, évapotranspiration, etc.) (annexe A) et des paramètres de conception proposés pour le même LET (épaisseur, fonction et propriétés physiques des différentes couches). Le modèle utilise une solution technique qui tient compte des effets du stockage de surface, de l'infiltration, de la percolation, de l'évapotranspiration, de la capacité de rétention des matières résiduelles et du drainage latéral des eaux de lixiviation.

En effet, la simulation hydrologique (annexe B) réalisée pour le cas le plus critique en terme de collecte du lixiviat, soit lors de la mise en place de la première levée de matières résiduelles sur environ 3,0 m d'épaisseur, montre que le système de collecte et d'évacuation du lixiviat proposé permettra de limiter la charge hydraulique journalière maximale sur le revêtement imperméable supérieur du système d'imperméabilisation à environ 112 mm, soit près de trois fois inférieure à l'exigence de 300 mm du REIMR. La charge hydraulique moyenne sur le revêtement supérieur au cours de la première année d'exploitation d'une cellule nouvellement construite sera d'environ 3,5 mm. Elle diminue légèrement par la suite avec le tamponnement accrue des événements pluvieux par la masse de matières résiduelles.

3.2.2 Système secondaire de collecte du lixiviat

Un système secondaire de collecte des eaux de lixiviation sera aménagé entre les deux niveaux d'imperméabilisation à titre de système de détection de fuites. Ce système permettra de détecter la présence de fuites au niveau de la géomembrane supérieure tout en permettant la récupération de ces eaux de lixiviation, s'il y a lieu. Ce système sera composé d'un géofilet de drainage d'une transmissivité conforme au REIMR. De plus, des couches supplémentaires de géofilet seront utilisées pour remplacer les drains secondaires de collecte du lixiviat à l'intérieur du système de détection de fuites. Cette solution a l'avantage de permettre de véhiculer le débit anticipé et facilite grandement la construction tout en réduisant les risques de perforation du revêtement imperméable inférieur.

Le lixiviat intercepté par le système de détection de fuites (géofilet) sera dirigé vers un drain collecteur secondaire indépendant constitué d'une conduite perforée en PEHD de 150 mm de diamètre, installée entre les deux niveaux d'imperméabilisation et sous le drain collecteur principal du système primaire de collecte du lixiviat. Les eaux de lixiviation captées par le système de détection de fuites seront également dirigées vers le poste de pompage aménagé au point bas du site où elles feront l'objet d'une mesure du débit indépendante afin d'établir la performance globale du système d'imperméabilisation.

3.2.3 Accès de nettoyage

Afin de maintenir l'efficacité du réseau de collecte des eaux de lixiviation, des conduites de nettoyage seront aménagées à l'extrémité de toutes les conduites de collecte de lixiviat. Le nettoyage des conduites et des drains s'effectuera au besoin. Un accès de nettoyage type est présenté sur le plan 6 joint à l'annexe H.

3.2.4 Couche drainante

Une couche drainante, d'une épaisseur de 50 cm, constituée de pierre nette possédant une conductivité hydraulique de l'ordre de 0,5 cm/s sera mise en place afin d'assurer une évacuation rapide des eaux de lixiviation percolant jusqu'à la base du LET; la charge hydraulique imposée au système d'imperméabilisation sera donc faible ce qui permet d'en accroître considérablement la performance globale.

3.2.5 Bassins d'accumulation du lixiviat

Les aménagements permettant l'entreposage et le prétraitement des eaux de lixiviation du site actuellement en opération comprennent les installations suivantes :

- Un bassin de captage d'une capacité de 6000 m³ approuvé dans le certificat d'autorisation du 19 octobre 1993 et construit en 1994;
- Un étang aéré d'une capacité de 6400 m³ construit au cours de l'année 2000.

Après ce prétraitement, les eaux de lixiviation sont transportées par citerne vers une usine d'épuration privée pour le traitement des eaux usées industrielles autorisée par un certificat d'autorisation pour être traitées en fonction des normes et critères gouvernementaux en vigueur avant d'être rejetées dans le réseau d'égout municipal.

Dans le cadre de la présente étude, Intersan envisage procéder à l'élimination des eaux de lixiviation issues du LET de la même manière. Au cours des dernières années, les installations en place ont permis de gérer des volumes de lixiviat annuels allant jusqu'à 42 210 m³ (2003) avec le transport des eaux vers l'usine privée de traitement sur une période d'environ 8 à 9 mois par année (avril à décembre). Selon les simulations réalisées dans la présente étude, un volume annuel maximal de lixiviat atteignant 40 300 m³ est anticipé, incluant les eaux de lixiviation issues du LET projeté et celles du LES actuellement en exploitation. Ce débit maximal se produit dès la première année, soit avant la mise en place du recouvrement final sur l'ancien LES. Dans ces conditions, les installations actuelles sont suffisantes pour assurer une gestion efficace des eaux de lixiviation produites sur l'ensemble du site de Magog.

Les bassins de captage et d'aération existants au LES de Magog sont déjà conformes aux exigences du REIMR et aucune modification ne sera requise au système d'imperméabilisation de ces bassins. En effet, le revêtement imperméable des bassins existants est composé d'une géomembrane en PEHD de 1,5 mm d'épaisseur reposant sur un géocomposite bentonitique de 6 mm d'épaisseur possédant une conductivité hydraulique inférieure à 5×10^{-9} cm/s.

Toutefois, s'il s'avérait que les débits estimés soient supérieurs aux débits réels ou que Intersan désire accroître la capacité de prétraitement au site pour réduire les coûts de traitement hors site, une superficie de terrain a été réservée dans le cadre du projet pour permettre l'aménagement éventuel d'un nouveau bassin d'accumulation ou de prétraitement. La localisation de ce bassin ainsi qu'une coupe type de son système d'imperméabilisation sont illustrées aux plans 2 et 9 de l'annexe H.

3.2.6 Poste de pompage

La station de pompage proposée au point bas du LET sera de type à puits incliné, longeant le talus imperméabilisé à l'intérieur du LET afin d'éliminer toute traverse de conduites à travers le système d'imperméabilisation. Un détail type du poste de pompage est illustré au plan 9 de l'annexe H. Le puits sera muni de trois pompes submersibles, deux pompes desservant le système primaire de collecte et d'évacuation du lixiviat et une troisième dédiée au système de détection de fuites. La station de pompage permettra une mesure en continu et indépendante des volumes collectés par le système primaire de collecte du lixiviat (1^{er} niveau) et par le système de détection de fuite (2^{ème} niveau). Des robinets seront également installés sur les conduites de refoulement à l'intérieur de la station de pompage afin de permettre le prélèvement d'échantillons de lixiviat spécifiques aux deux niveaux de collecte identifiés précédemment.

Les eaux de lixiviation seront refoulées vers le regard d'entrée à l'extrémité nord du bassin d'accumulation d'une capacité de 6000 m³.

3.2.7 Réinfiltration du lixiviat

Dans le cas du présent projet d'agrandissement du LET de Magog, la réinfiltration du lixiviat sera effectuée sur le front journalier des matières résiduelles. Le camion citerne

s'alimentera en lixiviat par pompage à partir de l'un des bassins d'accumulation existants. Au niveau du front des matières résiduelles, le lixiviat sera déversé dans une dépression peu profonde creusée par un compacteur ou un boueur dans les déchets afin d'éviter tout ruissellement de lixiviat vers l'extérieur du LET. Après la vidange du camion citerne ($\pm 15 \text{ m}^3$), le compacteur ou un boueur procédera immédiatement au mélange des matières résiduelles avec le lixiviat en remblayant complètement la dépression initialement formée dans les matières résiduelles. Les déchets humidifiés seront ensuite compactés. Il est estimé qu'un volume d'environ 30 à 60 m^3 (annexe E) de lixiviat pourra être recirculé quotidiennement vers la masse de matières résiduelles en fonction du tonnage journalier reçu ($\pm 12,5 \%$ du tonnage quotidien).

Ce mode de réinfiltration empêche la formation d'aérosols et n'induit aucune accumulation d'eau ou formation de boues en surface. Cette méthodologie permet également de distribuer uniformément les quantités d'eau à la masse de matières résiduelles tout en favorisant l'efficacité des activités de compactage.

Aucune réinfiltration de lixiviat ne sera réalisée sur les secteurs ayant une épaisseur inférieure à 4 m de matières résiduelles et un rayon de protection similaire sera maintenu autour des tranchées horizontales de captage du biogaz.

L'objectif de la réinfiltration dans le cas présent est de s'assurer d'une distribution uniforme des eaux dans le site que toutes les matières résiduelles enfouies dans le site atteignent une teneur en eau près de leur capacité au champs afin d'en favoriser la biodégradation. En effet, en absence de réinfiltration artificielle, certaines parties de la masse de matières peuvent montrer une teneur en eau insuffisante suite à l'infiltration des eaux météoriques par des chemins préférentiels. De plus, l'humidification des matières résiduelles lors des opérations d'enfouissement permet d'accroître l'efficacité de la compaction.

La recirculation a également l'avantage de permettre une diminution de la charge organique des eaux de lixiviation puisque l'infiltration à travers la masse de matières résiduelles agit comme un prétraitement biologique favorisant la dégradation de la matière organique présente dans le lixiviat.

Il est à noter que la conception du système de drainage des CET tient compte de l'impact hydraulique généré par la réinfiltration des eaux de lixiviation. De fait, l'utilisation d'un gravier, de conductivité hydraulique élevée est moins susceptible au colmatage biologique plutôt qu'un sable, a été adoptée pour la couche primaire de drainage.

La réinfiltration des eaux de lixiviation est susceptible d'apporter d'autres bénéfices environnementaux intéressants au cours de la vie utile du LET et après sa fermeture, dont :

- Une stabilisation accélérée des matières résiduelles;
- Un prétraitement des eaux de lixiviation et une diminution de leur charge organique;
- Une réduction de la quantité de lixiviat à traiter par une meilleure utilisation de la capacité d'absorption des matières résiduelles;
- Un tassement accéléré des matières résiduelles au cours des premières années d'exploitation diminuant l'entretien postfermeture et optimisant l'utilisation du volume d'enfouissement.

3.2.8 *Quantité de lixiviat produit*

La production de lixiviat a été déterminée à l'aide du modèle hydrologique HELP (Hydrologic Evaluation of Landfill Performance) version 3.07 (Schroeder et al., 1997) en considérant les conditions critiques d'exploitation. Ce modèle mathématique permet de simuler l'hydrologie d'un LET en fonction des données climatiques locales (précipitations, température, évapotranspiration, etc.) et de la conception proposée pour le même LET (épaisseur, fonction et propriétés physiques des différentes couches). Ces simulations peuvent être effectuées à divers stades de l'exploitation pour finalement permettre d'établir le bilan hydrologique global du LET et déterminer les débits de lixiviat produits. Le modèle utilise une solution technique qui tient compte des effets du stockage de surface, de l'infiltration, de la percolation, de l'évapotranspiration, de la capacité de rétention des matières résiduelles et du drainage latéral des eaux de lixiviation.

La production annuelle de lixiviat a été évaluée à partir de la séquence d'exploitation approximative définie pour le LET. Cette séquence d'exploitation permet de prévoir l'avancement progressif des activités d'enfouissement et d'anticiper approximativement les différents stades d'exploitation caractérisant le LET à chacune des années de son opération.

Les stades d'exploitation suivants ont été considérés pour l'évaluation de la production annuelle de lixiviat :

- CET sans matière résiduelle ;
- CET en début d'exploitation avec une épaisseur moyenne de 3,0 m de matières résiduelles ;
- CET en exploitation avec une épaisseur moyenne de 15,0 m de matières résiduelles ;
- CET fermée avec le recouvrement final imperméable.

Le modèle hydrologique HELP décrit précédemment a été utilisé pour établir la production approximative de lixiviat associée à chacun des stades d'exploitation. Les simulations hydrologiques ont été effectuées en considérant que les opérations d'enfouissement seront effectuées de façon à éviter le ruissellement de toute eau venant en contact avec les matières résiduelles vers l'extérieur de l'aire d'élimination. De plus, la capacité d'absorption d'eau par les matières résiduelles a été considérée de façon jugée sécuritaire.

Le tableau 3.1 présente les résultats obtenus avec les modélisations hydrologiques (annexe B) du logiciel HELP ainsi que les valeurs sécuritaires qui ont été retenues pour l'estimation des débits annuels de lixiviat. En effet, des données compilées pour des LET de même envergures dans la région de Québec semblent indiquer que les taux de production de lixiviat seraient légèrement supérieurs aux valeurs générées par le modèle mathématique.

Le tableau 3.2 montre la séquence d'exploitation retenue et l'estimation des débits annuels de lixiviat sur la vie utile du LET ainsi que ceux issus du LES actuel. Les calculs, sur la base des hypothèses précédentes, ont été réalisés en considérant une précipitation annuelle moyenne de 1139 mm (Station météo Magog #7024440 R-05). La figure 3.1 illustre l'ensemble des résultats.

TABLEAU 3.1 : ESTIMATION DES TAUX DE PRODUCTION DE LIXIVIAT POUR LES DIFFÉRENTS STADES D'EXPLOITATION DU LET

Stade d'exploitation	Modélisation HELP % précipitation (m ³ /ha-an)*	Valeurs retenues % précipitation (m ³ /ha-an)*
CET sans matières résiduelles	65,9% (7 506 m ³ /ha-an)	70% (7 973 m ³ /ha-an)
CET en début d'exploitation avec 3,0 m de matières résiduelles	37,8% (4 305 m ³ /ha-an)	50% (5 695 m ³ /ha-an)
CET en début d'exploitation avec 15,0 m de matières résiduelles	30,1% (3 428 m ³ /ha-an)	35% (3 987 m ³ /ha-an)
CET Fermée avec recouvrement final imperméable	2,09 % (2 381 m ³ /ha-an)	3% (342 m ³ /ha-an)

* Basée sur une précipitation moyenne annuelle de 1139 mm (Station météorologique 7024440 R-05)

Pour le LET proposé, le débit moyen de lixiviat devrait donc atteindre un maximum d'environ 27 640 m³/an au cours de la treizième année d'exploitation. Le débit annuel moyen de lixiviat croît relativement vite la première année pour atteindre 15 210 m³. Toutefois, compte tenu que le recouvrement final du LET débute dès la deuxième année d'exploitation, le débit annuel de lixiviat se stabilise par la suite à environ 20 000 à 25 000 m³/an, cette valeur moyenne variant au gré de l'ouverture et de la fermeture progressives des CET.

Les pointes de débits observées sont associées à l'ouverture et à l'exploitation d'une nouvelle CET. En effet, au cours des premiers mois suivant le début de l'exploitation d'une CET, les précipitations tombent, par endroit, directement sur la couche de drainage et s'infiltrant rapidement vers le système de collecte du lixiviat. Bien que ces eaux ne soient pas contaminées, elles augmentent momentanément le volume d'eau dirigé vers le système de prétraitement. Après la fermeture complète du LET, le débit de lixiviat se stabilise à une moyenne d'environ 3 800 m³/an.

Pour la fermeture de l'actuel LES, la mise en place du recouvrement final imperméable a été planifiée pour l'année 2008. Selon les simulations, un débit annuel de l'ordre de 25 000 m³/an serait produit en 2007 par le LES avant la mise en place du recouvrement final imperméable. Dès 2008, ce débit de lixiviat diminuera progressivement avec la mise en place du recouvrement final imperméable pour se stabiliser à environ 6800 m³ par année vers 2010. Sur la base des résultats des simulations, une diminution progressive de la

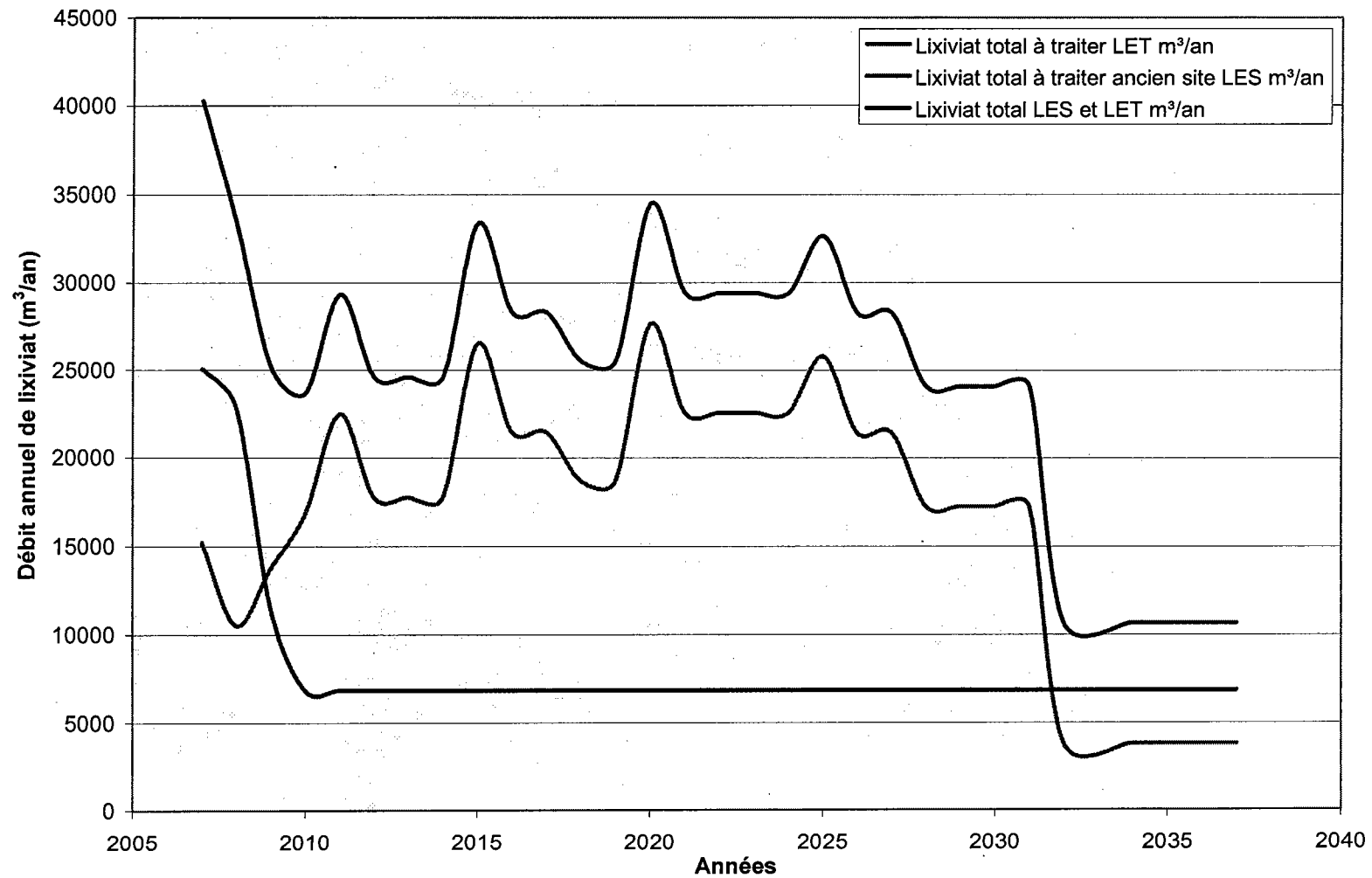
production de lixiviat provenant du LES se produira de 2008 à 2010 suite à la mise en place du recouvrement final imperméable.

Ainsi, pour l'ensemble du site de Magog, incluant le LET et le LES, la production maximale de lixiviat se produira lors de la première année d'exploitation du LET atteignant un volume annuel d'environ 40 300 m³. Par la suite, un débit total de l'ordre de 27 500 m³/an variant de $\pm 3\,000$ m³/an devra être traité annuellement, à l'exception de certaines pointes lors de l'année d'ouverture de nouvelles CET. Des artifices de construction ou d'opération pourront toutefois être utilisés lors de la construction des CET (bermes temporaires) et l'exploitation du LET (ouverture des CET en début d'hiver) pour diminuer l'impact de l'ouverture d'une nouvelle CET sur le volume de lixiviat généré.

Tableau 3,2 : Estimation de la production annuelle de lixiviat

Année	Superficie totale construite	Superficie totale exploitée	Superficie en recouvrement final	Lixiviat total à traiter LET	Lixiviat total à traiter ancien site LES	Lixiviat total LES et LET
	m ²	m ²	m ²	m ³ /an	m ³ /an	m ³ /an
2007	29290	22257	0	15210	25075	40285
2008	44625	29290	8650	10526	22796	33322
2009	44625	36958	8650	13764	11398	25161
2010	44625	44625	8650	16820	6839	23659
2011	61235	61235	18252	22489	6839	29327
2012	61235	61235	18252	17759	6839	24598
2013	61235	61235	18252	17759	6839	24598
2014	61235	61235	18252	17759	6839	24598
2015	78993	78993	27517	26518	6839	33357
2016	78993	78993	27517	21461	6839	28300
2017	78993	78993	27517	21461	6839	28300
2018	78993	78993	35128	18687	6839	25526
2019	78993	78993	35128	18687	6839	25526
2020	96759	96759	43885	27637	6839	34476
2021	96759	96759	43885	22578	6839	29417
2022	96759	96759	43885	22578	6839	29417
2023	96759	96759	43885	22578	6839	29417
2024	96759	96759	43885	22578	6839	29417
2025	112122	112122	63857	25798	6839	32636
2026	112122	112122	63857	21423	6839	28262
2027	112122	112122	63857	21423	6839	28262
2028	112122	112122	75290	17256	6839	24095
2029	112122	112122	75290	17256	6839	24095
2030	112122	112122	75290	17256	6839	24095
2031	112122	112122	75290	17256	6839	24095
2032	112122	112122	112122	3831	6839	10670

Figure 3.1: Estimation de la production annuelle de lixiviat au site de Magog



3.0 DESCRIPTION DES OUVRAGES DE CAPTAGE ET DE DESTRUCTION DU BIOGAZ

Pour respecter les exigences de l'article 32 du *REIMR*, le LET de Magog sera doté d'un système actif performant de collecte du biogaz. Lors de l'exploitation du LET, une gestion efficace du biogaz est primordiale afin de minimiser les impacts sur l'environnement et les nuisances pour la population locale.

Outre le captage du biogaz issu du LET proposé, dans le cas où le présent projet était approuvé par le MDDEP, Bestan s'engage à recouvrir, de façon étanche, le site actuellement en opération à l'aide de géomembranes et d'y implanter également un réseau de captage du biogaz relié au dispositif de destruction de ces derniers proposé pour le LET.

3.3.1 Aménagement général

Le réseau de captage du biogaz du LET projeté sera constitué des éléments suivants :

- Les tranchées d'extraction horizontales seront installées à des intervalles verticaux variant de 6 m à 8 m alors que leur espacement latéral sera approximativement de 60 m pour les deux premiers niveaux et de 50 m au dernier niveau. Un total de 16 tranchées d'extraction sera donc aménagé au fur et à mesure de l'exploitation des cellules d'enfouissement ;
- Les drains de captage du biogaz seront raccordés au réseau principal de collecte par leur extrémité sud ;
- Un système de drainage muni d'une vanne, aménagé à l'extrémité nord des drains permettra la vidange du condensat vers la couche de drainage du LET ou une station de pompage.

Pour ce qui est du site actuel, le réseau de captage serait constitué des éléments suivants :

- Forage de 56 puits verticaux de captage du biogaz répartis sur toute la superficie du site existant de profondeur variable selon la profondeur des matières résiduelles enfouies;

- Chaque puits est relié à un collecteur secondaire qui, quant à lui, est raccordé au réseau de collecte principal;
- Chaque tête de puits est pourvue d'un système de régulation du débit afin d'optimiser la pression de tirage et le débit de gaz capté à chaque puits;
- Un ou deux bouchons de bentonite, selon l'épaisseur du recouvrement final, sont installés à chaque puits afin d'assurer un meilleur scellement des puits et d'optimiser le potentiel de tirage du biogaz tout en limitant les infiltrations d'air dans le réseau et les matières résiduelles;

La configuration conceptuelle du réseau de captage du biogaz est illustrée aux plans 10 à 14.

3.3.2 Tranchées de captage du biogaz

Les tranchées de captage serviront uniquement à l'extraction du biogaz. Elles seront installées en quinconce, d'un niveau à l'autre afin d'accroître la couverture globale pour le captage des biogaz.

Les tranchées de captage comprendront les éléments suivants :

- des conduites d'amenée non perforées en PEHD de 150 mm de diamètre, depuis l'extérieur des cellules jusqu'à une distance minimale de 15 m vers l'intérieur des matières résiduelles;
- des conduites perforées en PEHD de 150 mm de diamètre à l'intérieur de la masse des matières résiduelles installées dans la partie supérieure de la tranchée de pierre nette servant à l'extraction du biogaz ;
- des sections de conduites en PEHD de 75 mm de diamètre installées à l'extrémité nord de chaque tranchée pour évacuer les liquides présents dans les tranchées en les retournant vers la couche drainante de la barrière imperméable ou un poste de pompage.

Chaque conduite sera munie d'une tête de puits pourvue d'un système de régulation du débit afin d'optimiser la pression de tirage et le débit de gaz. De même, chaque tête de puits sera munie de deux ports d'échantillonnage servant à déterminer la pression, le débit, la température et la composition du biogaz.

Des détails types d'une tranchée de captage du biogaz sont présentés au plan 12.

3.3.3 Système de collecteurs principaux

Un système de collecteurs principaux sera aménagé afin d'acheminer le biogaz capté par les conduites de récupération en PEHD installées dans les matières résiduelles jusqu'aux installations de pompage et de traitement du biogaz. Toutes les conduites collectrices seront fabriquées en PEHD assurant ainsi une plus grande flexibilité et durabilité au système. Le diamètre de la tuyauterie sera sélectionné de façon à minimiser la vitesse du gaz et les pertes de charge.

La configuration des collecteurs principaux du biogaz permettra également la collecte du condensat produit à l'intérieur du réseau de captage du biogaz par l'aménagement de trappes à condensat réparties aux points bas le long des collecteurs horizontaux. Les collecteurs horizontaux ceintureront le site avec des pentes de l'ordre de 1 % pour les segments dont la pente est dans la direction du déplacement du gaz et de l'ordre de 2 % pour ceux dont la pente est dans la direction opposée au déplacement du gaz. Le condensat récupéré sera alors pompé vers le système de collecte du lixiviat.

Les collecteurs périphériques principaux seront équipés de vannes permettant l'opération optimale du réseau de collecte.

3.3.4 Station de pompage et de traitement du biogaz

Il est prévu d'installer la station de pompage et de destruction du biogaz à proximité des bassins de captage et d'aération du lixiviat existants, tel que montré sur le plan 10. La conception des ouvrages a été réalisée en considérant le taux de génération maximal du biogaz provenant du site actuel et du LET proposé.

Il est aussi prévu que la torchère qui assurera la destruction du biogaz récupéré sera une torchère à flamme invisible. Ce type de torchère est composé d'un brûleur à buses multiples et de volets d'admission d'air installés à la base d'une chambre de combustion cylindrique verticale dont les parois sont recouvertes d'un matériau réfractaire. La chambre de combustion est munie de thermocouples mesurant la température de combustion, d'un détecteur de flamme et d'une prise permettant l'échantillonnage des gaz de combustion. Ce type de torchère est conçu de manière à atteindre une efficacité de destruction de 98 % et plus des composés organiques volatils autres que le méthane et de permettre un temps de rétention minimum de 0,3 seconde à une température minimale de 760°C.

Le bâtiment des ventilateurs devra comprendre trois (3) ventilateurs dont l'un d'entre eux est prévu à titre de rechange. Ainsi, l'aspiration du biogaz sera possible en tout temps.

Il est à noter que le présent projet prévoit la destruction temporaire des biogaz. À ce titre, la possibilité de valoriser ceux-ci fait partie des priorités de Bestan inc. À l'heure actuelle, Bestan revalorise une partie du biogaz produit au LES de Magog pour chauffer les bâtiments du site.

3.3.5 Étude de dispersion atmosphérique

Afin d'évaluer l'impact de l'actuel LES et du futur LET sur la qualité de l'air environnant et orienter ainsi la conception des ouvrages de captage et de destruction du biogaz, une étude de dispersion atmosphérique a été réalisée. Cette étude fait l'objet de volet différent (étude de dispersion atmosphérique). Elle est résumée dans les paragraphes qui suivent.

Cette étude avait pour objectif de définir le système de captage des biogaz requis afin de rencontrer les exigences de la procédure intérimaire d'évaluation des impacts d'un LES sur la qualité de l'air du MENV (Version février et mars 2004), particulièrement en regard à la concentration des composés sulfurés réduits totaux (SRT) à la limite de propriété.

Pour rencontrer cette exigence très restrictive, l'étude a démontré que l'actuel LES devra également être doté d'un système actif de collecte des biogaz.

Pour rencontrer le critère de $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de SRT à la limite de propriété, les réseaux de captage pour le LET et le LES devront être relativement performants et jumelés à un recouvrement final imperméable afin d'assurer une efficacité de captage de l'ordre de 90 %. Les ouvrages de captage et de destruction du biogaz ainsi que le recouvrement final des cellules d'enfouissement ont donc été développés en fonction de ces obligations.

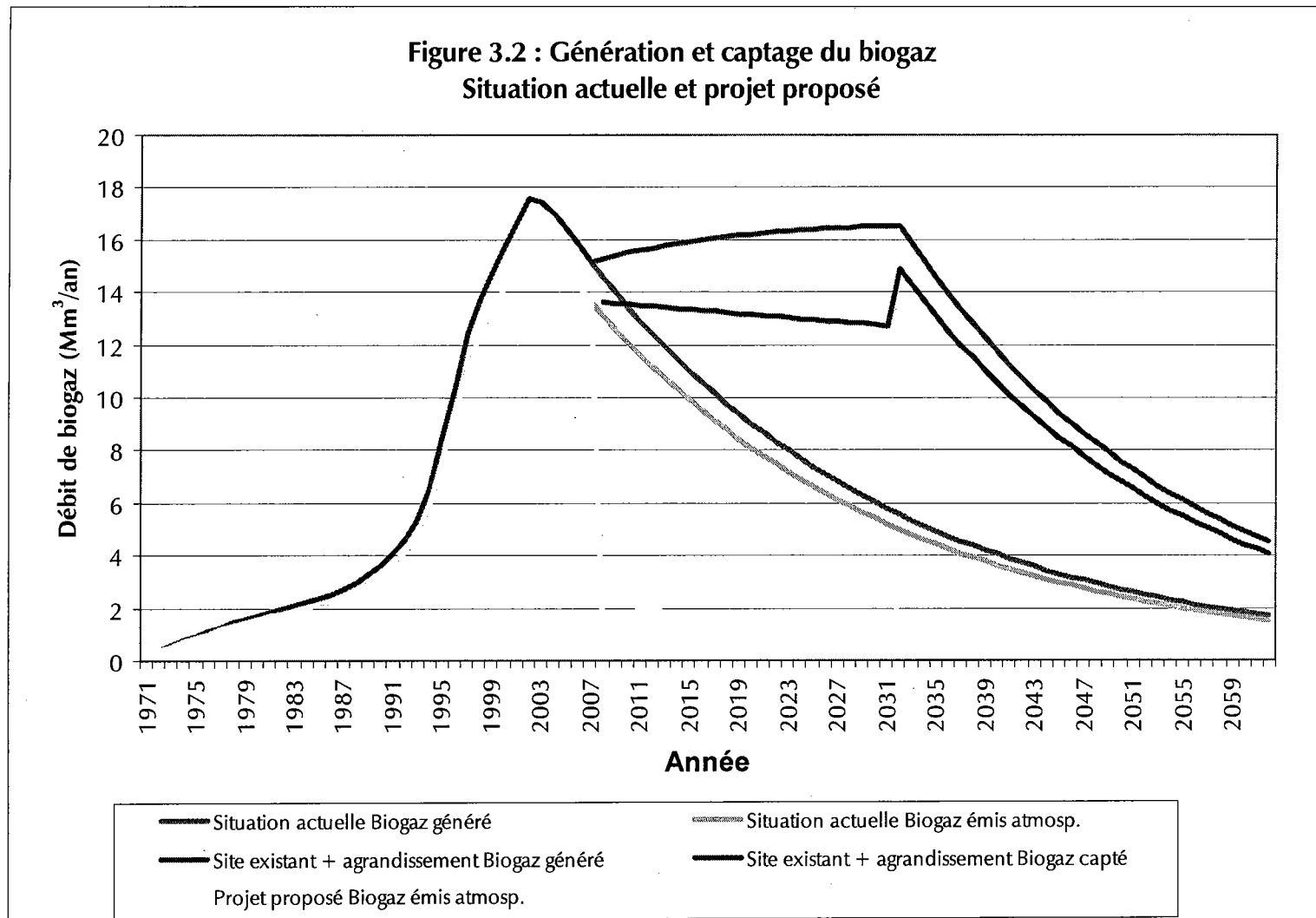
L'estimation de la production du biogaz et des émissions à l'atmosphère est résumée à la figure 3.2. Le niveau de production de biogaz a été défini à l'aide du modèle LANDGEM développé par l'EPA. Ce modèle, couramment utilisé dans l'industrie, est un modèle d'ordre 1 impliquant un taux de génération du biogaz décroissant dans le temps. En plus du taux d'enfouissement, deux intrants sont requis par ce modèle, soit la constante de décroissance de la génération du biogaz "k" (an^{-1}) et la production totale de méthane par tonne de déchets "Lo". La génération de biogaz a été déterminée en considérant les quantités annuelles approximatives de matières résiduelles enfouies dans le LES et celles qui seront éliminées dans le futur LET proposé et des valeurs représentatives de "k" et de

"Lo". À des fins d'évaluation du débit de méthane généré, la concentration de ce composé dans le biogaz généré a été fixée à 50% ce qui est typique d'un gaz produit par une dégradation anaérobie stable des déchets dans un site d'enfouissement.

Le taux d'émission au niveau du sol a été calculé de façon distincte pour chaque source en retranchant les débits captés (90 %) du débit généré par l'actuel LES et le futur LET puis en retranchant 10 % du débit résiduel d'émission de biogaz afin de refléter la dégradation biologique du gaz lors de son passage à travers le sol de recouvrement.

Les résultats indiquent que la génération maximale de biogaz se produit en 2032, soit à la fermeture du site, avec un débit de 16,54 Mm³/an. Le débit maximal d'émissions de biogaz à l'atmosphère est toutefois obtenu en 2031 avec un débit de 3,42 Mm³/an.

Pour ce débit maximal d'émission et en considérant une concentration typique de SRT dans le biogaz de 79,9 mg/m³ (EPA,1998), l'étude de dispersion atmosphérique démontre que le critère de 6 µg/m³ de SRT sera respecté à la limite de propriété du LET en considérant la mise en place d'un système actif de captage de biogaz sur le LES actuel et le LET proposé. La figure 3.2 illustre les résultats de l'étude de dispersion atmosphérique. Cette analyse de la dispersion atmosphérique du biogaz a été réalisée à l'aide du modèle ISC PRIME recommandé par l'EPA et le MDDEP à partir des données météorologiques locales pour la période de 1993 à 1997.



3.4 RECOUVREMENT FINAL IMPERMÉABLE

Le REIMR impose la mise en place d'un recouvrement final lorsque le niveau final des matières résiduelles est atteint et dès que les conditions climatiques le permettent. La fermeture du site s'effectuera donc de façon progressive pendant l'exploitation du LET. La mise en place du recouvrement final imperméable permet de réduire considérablement l'infiltration des eaux météoriques et, par conséquent, de limiter la production de lixiviat au niveau des secteurs où l'enfouissement est complété. Il constitue ainsi un élément essentiel du système de contrôle des eaux de lixiviation.

Deux types de recouvrement final imperméable seront mis en place, soit un premier sur les talus périphériques qui seront profilés selon une pente de 30 % et un second sur le toit du site où les pentes seront de l'ordre de 5%.

Le recouvrement final proposé pour les talus périphériques et le toit du LET de Magog est illustré au plan 4. Il est composé des éléments suivants :

- Un couvert de végétation herbacée ;
- Une couche de terre végétale d'une épaisseur minimale de 150 mm favorable à la croissance de la végétation ;
- Un géotextile de séparation uniquement à l'intérieur des talus périphériques;
- Une couche de sable ou autre matériau granulaire d'une épaisseur minimale de 450 mm pour permettre le drainage des eaux et assurer la protection du revêtement imperméable sous-jacent ;
- Un revêtement imperméable constitué d'une géomembrane en PEHD ou PEBD de 1,0 mm d'épaisseur texturée pour les talus périphérique et lisse pour le toit ;
- Une couche de captage du biogaz et d'assise pour le revêtement imperméable constituée de 300 mm d'épaisseur de sable de drainage.

Pour améliorer la stabilité du talus périphérique, un palier intermédiaire sera aménagé à la mi-hauteur des talus afin de favoriser l'interception et la collecte des eaux de ruissellement pour les diriger vers des exutoires protégés et réduire ainsi l'érosion du recouvrement final. De plus, un réseau de drains perforés sera aménagé, si requis, à l'intérieur de la couche de

drainage sus-jacente au revêtement imperméable afin d'éviter la création de pressions interstitielles. Ces pressions d'eau peuvent induire une déstabilisation des matériaux granulaires et provoquer leur glissement sur le revêtement imperméable. Ces drains, espacés d'environ 10 à 15 m, seront raccordés au fossé périphérique ceinturant le LET pour permettre l'évacuation des eaux interceptées.

Si requis, un réseau d'évacuation du biogaz sera également aménagé dans la couche de captage des biogaz au niveau des talus périphériques afin d'éviter l'établissement de pression pouvant induire un soulèvement de la géomembrane et une déstabilisation des sols sus-jacents. Ce réseau d'évacuation sera constitué de drains perforés de faible diamètre qui seront raccordés au système de collecte du biogaz du LET.

Le plan 3 montre le profil final proposé pour le LET après la mise en place du recouvrement final. Par rapport au terrain naturel, le LET montrera une surélévation variant d'environ 21 m du côté est du site jusqu'à 26 m dans le secteur ouest. L'élévation maximale du site, incluant le recouvrement final, atteindra 314,2 m.

Il est prévu qu'à partir de la 2^{ième} année d'exploitation, le recouvrement final sera installé de façon récurrente sur l'ensemble des superficies complétées au moment des travaux.

3.5 DRAINAGE DES EAUX SUPERFICIELLES

Toutes les eaux superficielles provenant du ruissellement des eaux de précipitation à l'extérieur de l'aire d'élimination seront déviées vers un réseau de fossés de manière à éviter qu'elles n'entrent en contact avec les matières résiduelles et qu'elles ne soient pas contaminées par celles-ci.

Le recouvrement permanent sera aménagé de façon progressive au cours de l'exploitation du LET. Des pentes de l'ordre de 5 % sur la partie supérieure et de 30 % sur les talus sont prévues afin de diriger les eaux de précipitation vers le fossé périphérique ceinturant l'ensemble du site. Ce fossé dirigera les eaux non contaminées vers un bassin de sédimentation existant aménagé à l'extrémité sud ouest du site. Ce bassin permettra de réduire la charge sédimentaire des eaux avant leur rejet final dans le milieu naturel.

3.6 VALORISATION DU BIOGAZ

Waste Management exploite à l'heure actuelle des systèmes de valorisation énergétique du biogaz dans 21 états américains. Le biogaz produit par Waste Management est utilisé par d'importantes compagnies de transport, de produits chimiques ou de production d'électricité. La valorisation se fait en utilisant deux procédés. Le premier procédé consiste à produire de l'électricité à l'aide du biogaz. Le biogaz est alors comprimé, séché et filtré avant d'être envoyé dans des turbines ou moteurs afin de produire l'électricité. Le second procédé consiste à utiliser directement le biogaz afin d'alimenter des bouilloires ou fournaies. Dans ce dernier cas, les entreprises qui utilisent du biogaz comme combustible doivent modifier leurs installations et leurs opérations.

Au total, 70 sites d'enfouissement appartenant à Waste Management aux États-Unis revalorisent le biogaz. De ces 70 sites, 42 produisent de l'électricité et fournissent une puissance totale de l'ordre de 188 MW. Aux 28 autres sites, Waste Management valorise les biogaz en combustible pour le fonctionnement de divers équipements.

3.7 SÉQUENCE D'EXPLOITATION

L'exploitation du LET se fera essentiellement en surélévation avec une mise en place progressive du système de captage des biogaz et du recouvrement final.

Le tableau 3.3 décrit la séquence d'exploitation présumée du LET en considérant un tonnage annuel maximal de 60 000 t de matières résiduelles. Selon les quantités réelles enfouies, la séquence d'exploitation pourra varier légèrement durant la vie utile du LET.

Le plan 4 présente des coupes schématiques de la séquence d'exploitation.

Tableau 3.3 : Séquence d'exploitation du LET de Magog

Année	Enfouissement des matières résiduelles				Construction des CET et Volume d'enfouissement disponible						Séquence d'excavation du LET			Mise en place du recouvrement final			
	Tonnage annuel de MR (t)	Taux de compaction des MR (t/m ³)	%Rec. journalier (%vol total)	Volume d'enf. mensuel requis (m ³)	Superficie en exploitation (2d)		Volume d'enfouissement exploitable disponible au cours de l'année				Volume approximatif excavé pour les CET uniquement			Superficies			
	60 000	0,85	5	6 192	Construction des CET	Superficie annuelle (ha)	Superficie cumulative (ha)	Volume annuel ajouté (m ³)	Volume cumulé disponible (m ³)	Volume résiduel disponible en fin d'année (m ³)	Nombre de mois disponibles à la fin de l'année (mois)	Volume annuel		Volume total (m ³)	Superficies annuelles (3D)		Superficies totales (3D) (ha)
	Volume annuel (m ³)		Volume cumulatif enfou (m ³)									Terre végétale (m ³)	Till (m ³)		Talus (ha)	Toit (ha)	
2007	74 303		74 303		Cell. 1 et 2	2,93	2,93	201 795	201 795	127 492	20,6	10 705	111 601	122 306	0	0	0
2008	74 303		148 607		Cellule 3	1,53	4,46	217 174	418 969	270 362	43,7	4 962	95 028	99 990	0,92	0	0,92
2009	74 303		222 910		---	0	4,46	0	418 969	196 059	31,7	0	0	0	0	0	0
2010	74 303		297 214		---	0	4,46	0	418 969	121 755	19,7	0	0	0	0	0	0
2011	74 303		371 517		Cellule 4	1,66	6,12	293 091	712 060	340 543	55,0	5 613	105 487	111 100	1,02	0	1,02
2012	74 303		445 820		---	0	6,12	0	712 060	266 240	43,0	0	0	0	0	0	0
2013	74 303		520 124		---	0	6,12	0	712 060	191 936	31,0	0	0	0	0	0	0
2014	74 303		594 427		---	0	6,12	0	712 060	117 633	19,0	0	0	0	0	0	0
2015	74 303		668 731		Cellule 5	1,78	7,90	344 897	1 056 957	388 226	62,7	5 249	123 881	129 130	0,99	0	0,99
2016	74 303		743 034		---	0	7,90	0	1 056 957	313 923	50,7	0	0	0	0	0	0
2017	74 303		817 337		---	0	7,90	0	1 056 957	239 620	38,7	0	0	0	0	0	0
2018	74 303		891 641		---	0	7,90	0	1 056 957	165 316	26,7	0	0	0	0,81	0	0,81
2019	74 303		965 944		---	0	7,90	0	1 056 957	91 013	14,7	0	0	0	0	0	0
2020	74 303		1 040 248		Cellule 6	1,78	9,68	374 220	1 431 177	390 929	63,1	5 205	121 024	126 229	0,96	0	0,96
2021	74 303		1 114 551		---	0	9,68	0	1 431 177	316 626	51,1	0	0	0	0	0	0
2022	74 303		1 188 854		---	0	9,68	0	1 431 177	242 323	39,1	0	0	0	0	0	0
2023	74 303		1 263 158		---	0	9,68	0	1 431 177	168 019	27,1	0	0	0	0	0	0
2024	74 303		1 337 461		---	0	9,68	0	1 431 177	93 716	15,1	0	0	0	0	0	0
2025	74 303		1 411 765		Cellule 7	1,54	11,21	476 738	1 907 915	496 150	80,1	1 228	23 698	24 926	1,05	1,05	2,10
2026	74 303		1 486 068		---	0	11,21	0	1 907 915	421 847	68,1	0	0	0	0	0	0
2027	74 303		1 560 372		---	0	11,21	0	1 907 915	347 543	56,1	0	0	0	0	0	0
2028	74 303		1 634 675		---	0	11,21	0	1 907 915	273 240	44,1	0	0	0	1,24	0	1,24
2029	74 303		1 708 978		---	0	11,21	0	1 907 915	198 937	32,1	0	0	0	0	0	0
2030	74 303		1 783 282		---	0	11,21	0	1 907 915	124 633	20,1	0	0	0	0	0	0
2031	74 303		1 857 585		---	0	11,21	0	1 907 915	50 330	8,1	0	0	0	0	0	0
2032	50 330		1 907 915		---	0	11,21	0	1 907 915	0	0,0	0	0	0	2,10	1,75	3,84
Total	1 907 915					11,21		1 907 915				32 962	580 719	613 681	9,08	2,80	11,87

PARTIE 4 – Travaux d'aménagement et de construction du LET

4. TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT ET DE CONSTRUCTION DU LET

4.1 GESTION DES SOLS

La quantité de déblai nécessaire à l'aménagement du LET est estimée à environ 613 700 m³ de matériaux. Les matériaux d'excavation, composés de 33 000 m³ de terre végétale et de 580 700 m³ de till, seront entièrement entreposés sur le site. Les aires d'entreposage proposées sont localisées au plan 2.

Une partie des matériaux d'excavation sera utilisée pour l'aménagement de l'aire d'enfouissement proposée. Une autre partie de ces matériaux pourra être entreposée à proximité de la cellule d'enfouissement en construction pour permettre leur utilisation, à titre de recouvrement journalier ou recouvrement temporaire, lors de son exploitation. Toutefois, compte tenu que les sols excavés (principalement du till) ne sont pas conformes aux exigences réglementaires relatives aux matériaux de recouvrement journalier, l'utilisation de ces sols implique qu'ils devront obligatoirement être retirés de la surface des matières résiduelles avant la mise en place de nouvelles matières résiduelles. Tous les matériaux excédentaires seront entreposés dans la sablière.

En ce qui concerne la couche de drainage au fond des CET, environ 57 000 m³ de pierre nette seront requis. Des zones d'entreposage pour les matériaux d'emprunt seront aménagées sur le site. Il y aura également une zone vouée à l'accumulation des divers rebuts (gros blocs) pouvant se trouver dans le matériel excavé.

4.2 ROUTES ET CHEMINS D'ACCÈS

Un chemin d'accès permanent sera construit progressivement en périphérie du LET proposé, et ce, parallèlement à l'évolution de l'aménagement du site, tel que montré sur le plan d'aménagement général (plan 2). Ce chemin rejoindra le chemin d'accès existant qui se rend aux bassins de captage et d'aération des eaux de lixiviation.

4.3 ASSURANCE ET CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

Conformément aux exigences du REIMR, un programme d'assurance et de contrôle de la qualité des matériaux géosynthétiques a été élaboré par André Simard et associés

(annexe F). Ce programme, en vigueur pendant toute la durée des travaux, couvrira les ouvrages complétés et les matériaux. Plus spécifiquement, les éléments décrits ci-après sont visés :

- essais de contrôle de la qualité du manufacturier;
- certification des matériaux;
- essais de calibrage des équipements de soudure;
- inspections des procédures d'installation et des soudures;
- essais non destructifs de continuité;
- essais destructifs de résistance mécanique;
- inspection finale.

PARTIE 5 – Modalités opérationnelles du LET

5. Modalités opérationnelles du LET

Tel que mentionné à l'article 2.1, le site d'enfouissement technique de Magog sera exploité conformément aux exigences du *REIMR*, tant au niveau de la conception des cellules d'enfouissement technique qu'au niveau du mode de disposition des matières résiduelles et du recouvrement final.

La présente section traite des procédures de contrôle et d'inspection des matières résiduelles, des opérations d'enfouissement, des mesures d'entretien préventif des composantes du LET, des équipements lourds ainsi que des bassins d'exploitation.

5.1 CONTRÔLE ET INSPECTION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES REÇUES

L'exploitant d'un LET doit effectuer un contrôle strict des matières résiduelles acheminées vers son site. Pour permettre ce contrôle, le site de Magog est actuellement doté d'une balance et d'un système de détection de radioactivité à l'entrée de son site conformément à la réglementation. La balance permet de contrôler en permanence l'accès au site pour les divers usagers et valider la provenance et la nature des résidus transportés. Les matières résiduelles jugées non conformes ne sont pas admises au LET.

Tel que prescrit aux articles 38 à 40 du *REIMR* un registre complet des matières résiduelles éliminées au LET sera maintenu, consignait l'ensemble des informations suivantes :

- le nom du transporteur ainsi que le numéro de la plaque d'immatriculation du véhicule;
- la nature des matières résiduelles ainsi que, dans le cas de boues ou encore de sols ayant fait l'objet d'un traitement de décontamination ou provenant de travaux de réhabilitation d'un terrain, les résultats des analyses ou mesures établissant leur admissibilité ;
- les résultats des tests sur la siccité et sur la mesure du liquide libre s'il s'agit de boues et le résultat du test sur la mesure du liquide libre s'il s'agit d'une matière résiduelle susceptible de contenir un liquide libre ;

- la provenance des matières résiduelles et, si elles sont issues d'un procédé industriel, le nom du producteur;
- la quantité de matières résiduelles, exprimée en poids ;
- la date et l'heure de leur admission.

S'il s'agit de matières résiduelles provenant d'un centre de transfert, tous les renseignements et documents relatifs à ces matières et qui sont consignés au registre de ce centre de transfert seront transposés au registre d'exploitation du lieu d'enfouissement.

Les registres d'exploitation annuels seront conservés au LET pendant son exploitation. Après la fermeture du site, ils seront conservés par l'exploitant pour une période de cinq ans à compter de la date de la dernière inscription.

Tous les camions qui déversent des matières résiduelles seront inspectés visuellement par l'opérateur du compacteur au front de déchargement. Si des matières résiduelles inacceptables sont identifiées, Intersan s'assurera de faire retirer du site les résidus non conformes par la compagnie en cause. Dans le doute, elle pourra demander des expertises plus poussées afin de vérifier la nature exacte des matières résiduelles problématiques. Dans tous les cas, Intersan documentera l'événement afin de prendre les procédures nécessaires envers les responsables. L'opérateur du compacteur sera clairement informé des matières résiduelles acceptables au LET et dans le doute, il devra faire appel à la compétence d'un responsable identifié par Intersan. Toute matière suspecte sera ainsi inspectée.

5.2 OPÉRATIONS D'ENFOUISSEMENT

Les camions admis au LET seront dirigés vers le front journalier de déchargement de la CET en exploitation par l'entremise d'une signalisation adéquate. Pour permettre l'accès vers le front d'enfouissement, des chemins temporaires seront aménagés et relocalisés périodiquement de façon à maintenir sécuritaire la circulation des camions sur le site.

En ce qui concerne le mode de disposition des matières résiduelles, les exigences du REIMR seront appliquées. Les opérations d'enfouissement s'effectueront en progressant du sud-ouest vers l'est. Le premier mètre de matières résiduelles, placées sur la couche drainante, ne devra pas contenir de rebuts volumineux. En aucun temps, la machinerie destinée aux opérations d'enfouissement ainsi que les camions de matières résiduelles et autres véhicules ne devront circuler directement sur la couche drainante. Seul un béliet mécanique à chenilles larges pourra circuler directement sur cette couche. Une rampe de déchargement sera construite en bordure de la cellule en exploitation. Les premiers arrivages de matières résiduelles seront déchargés du haut de la rampe de déchargement sur la couche drainante. Par la suite, les équipements de compaction devront étendre avec précaution les matières résiduelles sur une épaisseur minimale de 1,0 m, de façon à éviter l'enfoncement de matériaux contondants ou autres susceptibles d'endommager la géomembrane du système d'imperméabilisation.

Par la suite, le déchargement pourra se faire en reculant sur le remblai de matières résiduelles ainsi formé. La première rangée servira de guide pour la mise en place des matières résiduelles des autres rangées. Dans chaque rangée, l'exploitation quotidienne se fera de façon à avoir une longueur minimale nécessaire pour contrôler les opérations, mais tout de même suffisante pour accommoder le déchargement des camions et l'opération de la machinerie. Les matières résiduelles seront étendues dès leur réception et compactées mécaniquement en couches successives de 50 cm chacune, de manière à obtenir une densité moyenne en place d'environ 850 kg/m³. Les pentes au front de décharge seront maintenues à un maximum de 30 %.

Un recouvrement journalier sera effectué à la fin de chaque journée d'exploitation avec une couche de sol ou d'un autre matériau ou dispositif permettant de limiter le dégagement d'odeurs, la propagation des incendies, la prolifération d'animaux ou d'insectes et l'envol d'éléments légers

Compte tenu que le matériau granulaire excavé est non conforme aux exigences de l'article 42 du REIMR, ce dernier sera retiré de la surface des matières résiduelles préalablement à la disposition de couches de matières résiduelles subséquentes si il est utilisé à titre de recouvrement journalier.

5.3 ENTRETIEN PRÉVENTIF DES COMPOSANTES DES CET

L'aménagement d'un LET implique l'installation de systèmes d'imperméabilisation, de collecte et de gestion des eaux de lixiviation et de captage et de gestion des biogaz. Ces systèmes comportent plusieurs composantes (stations de pompage, drains et conduites de collecte, conduites de refoulement, conduites de récupération du biogaz, soufflantes d'aspiration, etc.) qui doivent demeurer en bon état de fonctionnement durant toute la vie du LET. Dans le but d'assurer l'intégrité des installations, de prévenir tout dommage et de garantir la protection de l'environnement, il est prévu de procéder à l'inspection périodique de toutes les composantes associées à la construction et à l'exploitation du LET.

Annuellement, toutes les conduites de lixiviat installées à l'extérieur de l'aire d'enfouissement du LET seront soumises à un essai d'étanchéité conformément à la réglementation et aux recommandations du fabricant. De plus, les systèmes suivants seront également soumis à des contrôles, travaux d'entretien et nettoyages périodiques :

- le système de collecte du lixiviat du LET (drains perforés, collecteurs) ;
- le poste de pompage du LET ;
- le système de recirculation du lixiviat;
- le réseau de collecte et de récupération du biogaz incluant, entre autres, les trappes de condensat, les soufflantes et la torchère ;
- les puits d'observation pour les eaux souterraines et le biogaz.

5.4 ÉQUIPEMENTS LOURDS

Il convient de préciser que, comme c'est le cas présentement, tous les équipements opérationnels nécessaires à l'exploitation du LET respecteront la réglementation québécoise. Pour l'enfouissement des matières résiduelles, Bestan inc. dispose actuellement des équipements suivants :

- d'un bélier mécanique (buteur) Caterpillar D4N;

- d'une pelle hydraulique Caterpillar 200 LC;
- d'un compacteur à déchets Caterpillar 826;
- d'un camion hors-route Caterpillar;
- d'un camion vacuum 15 m³.

Au besoin, les équipements mécaniques supplémentaires pourront être acquis ou loués.

De plus, divers types de machinerie seront utilisés périodiquement pour la réalisation de tâches complémentaires aux activités d'enfouissement. Ces machineries effectueront des travaux tels que :

- le transport du matériel de recouvrement journalier (camions) ;
- la réfection des chemins et fossés (niveleuse, pelle, etc.) ;
- l'entretien des chemins d'accès.

5.5 HORAIRES D'EXPLOITATION

Pour le moment, il est prévu utiliser les mêmes heures d'ouverture qu'à l'actuel LES de Magog, soit de 8H30 à 16H30. Celles-ci seront clairement indiquées sur une affiche située à l'entrée du site.

L'entrée du site se trouve le long de la route 141 à environ 5 km au sud de Magog. L'accès au LET se fera donc par le chemin d'Ayer's Cliff qui mène les transporteurs vers le poste de pesée à l'entrée du chemin d'accès au LET. Le préposé à la balance aura la responsabilité de contrôler l'accès au site aux seules personnes autorisées et de veiller à ce que seuls les transporteurs en provenance du territoire des municipalités et MRC clientes soient reçus.

Bibliographie

Bibliographie

- ANDRÉ SIMARD & ASSOCIÉS Itée, Étude de dispersion atmosphériques –
- BONAPARTE R., GIROUD J.P., GROSS B.A., *Rates of Leakage Through Landfill Liners*, Geosynthetics Conference, San Diego, USA, 1989.
- ENVIR-EAU INC., *Études hydrogéologique et géotechnique – Projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement technique de Magog*, novembre 2005.
- ENVIR-EAU INC., *Programme de suivi environnemental – Projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement technique de Magog*, novembre 2005.
- GIROUD J.P., ZORNBERG J.G., AND ZHAO A. *Hydraulic Design of Liquid Collection Layers*, Geosynthetics International, vol. 7, N^{os} 4-6, 2000.
- KILMER K.M, AND TUSTIN J.H., *Rapid Landfill Stabilization and Improvements in Leachate Quality by Leachate Recirculation*, Proceeding SWANA 4th Annual Landfill Symposium, Denver, CO, 1999.
- PACEY JOHN, *Anternation Solid Waste Exposition Proceeding*, Swanan Wastecon, 37th Annual exposition, 1999.
- REINHART, Debra R. et Timothy G. TOWNSEND. *Landfill Bioreactor Design & Operation*, Lewis Publishers, 1998.
- ROBINSON H.C., AND MORRIS P.J. *The Treatment of Leachate From Domestic Waste in Landfill Sites*, Journal of Water Pollution Control Federation, n°57 (1),: 30, 1985.

ANNEXE H – Plans