



Agrandissement du lieu d'enfouissement sanitaire de Val-d'Or

Environnement

Conception technique

3 février 2003
N/Réf. : 270123-101-MR-001-0A



MRC de la Vallée-de-l'Or

Agrandissement du lieu d'enfouissement sanitaire de Val-d'Or

Environnement

Conception technique

Préparé par :

François Bergeron, ing.
Chargé de discipline - Conception

Alain Hébert, ing. M. Sc.
Chargé de discipline - Conception

Vérifié par :

René Fontaine, ing.
Chargé de projet - Environnement

Dessau-Soprin inc.
1032, 3^e Avenue Ouest
Val-d'Or (Québec) Canada J9P 1T6
Téléphone : (819) 825-1353
Télécopieur : (819) 825-1130
Courriel : val-dor@dessausoprin.com
Site Web : www.dessausoprin.com

REGISTRE DES RÉVISIONS ET ÉMISSIONS		
N° DE RÉVISION	DATE	DESCRIPTION DE LA MODIFICATION ET/OU DE L'ÉMISSION
0A	2003-02-03	Émission pour commentaires

Ce document d'ingénierie est l'œuvre de Dessau-Soprin et est protégé par la loi. Il est destiné exclusivement aux fins qui y sont mentionnées. Toute reproduction ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir obtenu au préalable l'autorisation écrite de Dessau-Soprin.

3 février 2003

N/Réf. : 270123-101-MR-001-0A

TABLE DES MATIÈRES

	PAGE
1 INTRODUCTION.....	1
2 DESCRIPTION DU PROJET.....	4
2.1 CONDITIONS HYDROGÉOLOGIQUES ET TOPOGRAPHIQUES	4
2.1.1 Géologie locale	4
2.1.2 Piézométrie	5
2.1.3 Topographie.....	6
2.2 CRITÈRES GÉNÉRAUX DE CONCEPTION	7
2.2.1 Limites du site d'enfouissement technique	7
2.2.2 Quantités de matières résiduelles à enfouir.....	9
2.2.3 La surélévation des résidus.....	14
2.2.4 Étanchéité (contrôle des eaux de lixiviation et protection des eaux souterraines).....	15
2.2.5 Les systèmes de captage.....	16
2.2.6 Programme d'assurance et contrôle de la qualité.....	17
2.3 DESCRIPTION GÉNÉRALE DU LET PROPOSÉ.....	17
2.3.1 Aménagement général du LET.....	17
2.3.2 Plan de développement du LET	18
2.4 DESCRIPTION TECHNIQUE DES OUVRAGES ET DES TRAVAUX.....	21
2.4.1 Travaux d'aménagement des ouvrages connexes	21
2.4.2 Travaux d'aménagement de l'aire d'enfouissement (cellules d'enfouissement).....	22
2.4.3 Travaux d'aménagement du système de traitement et de gestion des eaux de lixiviation	32
2.4.4 Travaux d'aménagement du système de contrôle et de gestion du biogaz.....	47
2.5 MODE D'EXPLOITATION ET GESTION DU LET	52
2.5.1 Mode d'exploitation	52
3 MESURES DE SURVEILLANCE ET DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL 57	
3.1 GÉNÉRALITÉS.....	57
3.2 SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE	57
3.2.1 Phase de conception.....	57
3.2.2 Phase de construction.....	58
3.2.3 Phase d'opération	59
3.2.4 Phase postfermeture.....	60
3.3 PROGRAMME DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL	60
3.3.1 Généralités.....	60
3.3.2 Durée de l'application.....	61

TABLE DES MATIÈRES

3.3.3	Transmission des résultats au MENV.....	61
3.3.4	Surveillance des eaux souterraines.....	61
3.3.5	Surveillance des eaux de surface.....	64
3.3.6	Surveillance des eaux de lixiviation.....	65
3.3.7	Surveillance de l'air.....	66
3.3.8	Surveillance de la qualité de vie du milieu.....	68
3.4	PLAN D'INTERVENTION ENVIRONNEMENTAL.....	68
3.4.1	Généralités.....	68
3.4.2	Contamination des eaux souterraines ou de surface.....	69
3.4.3	Migration du biogaz.....	70
3.5	GARANTIES ET ASSURANCES.....	71
3.5.1	Garantie d'exploitation.....	71
3.5.2	Assurance responsabilité.....	71
3.6	GESTION POSTFERMETURE.....	71
3.6.1	Description.....	71
3.6.2	Garantie financière pour la gestion postfermeture.....	72
4	ESTIMATION DES COÛTS.....	74
4.1	COÛTS DE CONSTRUCTION DES AMÉNAGEMENTS.....	74
4.2	COÛTS D'OPÉRATION.....	75
4.3	COÛTS DE FERMETURE DU LET.....	75
4.4	COÛT TOTAL DE REVIENT MOYEN À LA TONNE.....	75

TABLE DES MATIÈRES

Liste des tableaux

Tableau 2-1 : Relevé piézométrique du 23 septembre 2002	6
Tableau 2-2 : Population projetée	11
Tableau 2-3 : Projections de la quantité de matières résiduelles à enfouir par la MRCVO	13
Tableau 2-4 : Résumé des différentes phases de développement	20
Tableau 2-5 : Stades d'évolution utilisés pour les simulations HELP	36
Tableau 2-6 : Résultats des simulations informatiques sur le modèle HELP	38
Tableau 2-7 : Production des eaux de lixiviation	41
Tableau 2-8 : Répartition annuelle de la production brut	44
Tableau 2-9 : Rendements anticipés	46
Tableau 2-10 : Estimation du volume de biogaz produit	49
Tableau 2-11 : Résultats pertinents	50
Tableau 3-1 : Paramètres d'analyse et de normes maximales	62
Tableau 3-2 : Paramètres d'analyse et de normes maximales	65
Tableau 3-3 : Gestion postfermeture	73
Tableau 4-1 : Résumé des coûts de construction des aménagements	75
Tableau 4-2 : Résumé du coût de revient moyen par tonne	77

ANNEXE 1	Calculs de performance du système d'imperméabilisation proposé
ANNEXE 2	Devis d'assurance qualité général – Système d'imperméabilisation
ANNEXE 3	Plans

1 INTRODUCTION

Ce rapport de conception technique s'inscrit dans le cadre du projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement sanitaire (LES) de Val-d'Or et de l'étude d'impact qui y est associée. Ce rapport a été conçu de façon à répondre, sans s'y limiter, aux éléments contenus dans la directive *Projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement sanitaire de Val-d'Or par la Municipalité régionale de comté de la Vallée-de-l'Or* de la *Direction des évaluations environnementales*.

Depuis quelques années, la réglementation entourant l'aménagement d'un lieu d'enfouissement a été particulièrement transformée au Québec. Le règlement officiellement en vigueur et qui dicte les exigences relativement à l'implantation et l'exploitation de la majorité des lieux d'enfouissement sanitaire (LES) au Québec demeure le *Règlement sur les déchets solides* (Q-2, r.3.2) adopté en 1978. Cependant, une refonte réglementaire a été amorcée en 1992. Un an plus tard, le projet de loi n° 101 intitulé *Loi sur l'établissement et l'agrandissement de certains lieux d'élimination de déchets* (L.R.Q., chapitre E-13.1) a été adopté par le gouvernement du Québec le 18 juin 1993. Ce projet de loi prévoyait qu'à compter du 14 juin 1993, tous les projets d'établissement ou d'agrandissement d'un LES ou de dépôt de matériaux secs (DMS) seraient soumis à la procédure d'évaluation environnementale prévue par la *Loi sur la qualité de l'environnement* (L.R.Q., chapitre Q-2). Ce projet de loi permet au gouvernement, lorsqu'il délivre un certificat autorisant un tel projet, de fixer des normes différentes de celles prévues par le *Règlement sur les déchets solides* (RDS). Un second projet de loi (n° 113) sur l'élimination des déchets a été adopté par le gouvernement le 7 décembre 1995. La *Loi portant interdiction d'établir ou d'agrandir certains lieux d'élimination de déchets* (L.R.Q., chapitre 60) prévoit qu'à compter du 1^{er} décembre 1995, il est interdit d'établir ou d'agrandir un LES, un DMS ou un incinérateur de déchets solides, sauf dans une région où, de l'avis du gouvernement, la situation le nécessite. Donc, depuis décembre 1995, tout projet d'établissement ou d'agrandissement de lieu d'enfouissement technique (LET) doit passer par une demande de dérogation à cette loi. Cette dérogation est permise en vertu de la Loi alors que le ministre de l'environnement se réserve un pouvoir discrétionnaire à cet égard. C'est en vertu d'une telle dérogation que le présent projet a été élaboré.

En parallèle à ces projets de lois adoptés par le gouvernement, la refonte réglementaire a engendré plusieurs évolutions d'un projet de règlement technique, dont la dernière version, le *Projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles*, a été pré-publiée dans la *Gazette officielle du Québec* du 25 octobre 2000. Bien que non officiel, ce projet de règlement et les versions précédentes encadrent et ont encadré tous les nouveaux projets d'établissement ou d'agrandissement de LET.

On observe également des changements notables au niveau du traitement des eaux de lixiviation alors que l'approche des objectifs environnementaux de rejet (OER) est favorisée depuis quelques années.

Finalement, nous avons consulté les documents d'exigences techniques et décrets des récents projets ayant fait l'objet d'autorisation afin d'identifier, si possible, les plus récentes évolutions du cadre réglementaire.

Ainsi dans le cadre de cette étude, nous avons considéré principalement pour la conception et la description du projet le document suivant :

- *Règlement sur les déchets solides*, Q-2, r.3.2, 1978 et modifications;
- *Projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles*, pré-publiée dans la *Gazette officielle* du 25 octobre 2000.

Nous avons également considéré l'approche des OER pour le traitement des eaux de lixiviation. À ce niveau, certaines spécificités du traitement seront finalisées lors de la préparation de la demande de certificat d'autorisation subséquente.

Il est de même pour certaines autres composantes techniques du projet, certaines précisions sur la spécification des produits utilisés ou sur la finalité des équipements précis à mettre en place qui débordent du cadre actuel de définition du concept. Ceux-ci seront établis en détails lors de l'élaboration de la demande de certificat d'autorisation.

Le chapitre 2 présente donc les composantes techniques de même que les activités reliées à l'aménagement et à l'exploitation du lieu d'enfouissement technique proposé. De façon sommaire, ce chapitre comprend un résumé des conditions hydrogéologiques du terrain, les critères généraux de conception utilisés, une description générale des aménagements, une description technique des ouvrages et le mode d'exploitation envisagé.

Le chapitre 3 présente les mesures de surveillance et de suivi environnemental proposées. Les éléments de surveillance environnementale présentés couvrent les phases de conception, de construction, d'opération et de post fermeture. La section du programme de suivi environnemental traite de la surveillance des eaux souterraines, des eaux de surface, des eaux de lixiviation, de l'air et de la qualité de vie du milieu. Elle traite également de la durée d'application et de la transmission des résultats.

Finalement, le chapitre 4 traite de l'estimation des coûts pour le projet. Cette estimation des coûts couvre ceux de la construction des aménagements, de l'opération du site et de la fermeture de ce dernier. Une estimation du coût de revient à la tonne est également présentée.

2 DESCRIPTION DU PROJET

2.1 CONDITIONS HYDROGÉOLOGIQUES ET TOPOGRAPHIQUES

Une étude hydrogéologique complémentaire (décembre 2002) a été réalisée dans le but de répondre à la directive de la direction des évaluations environnementales du ministère de l'Environnement concernant le projet d'agrandissement du LES de Val-d'Or. Cette dernière visait spécifiquement à mieux définir les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques dans le secteur du site proposé. L'étude hydrogéologique préliminaire avait tout d'abord permis d'identifier le site retenu pour le projet de LET.

Cette section présente le résumé des principales données recueillies lors de cette étude dont le rapport complet sera fourni en annexe dans l'étude d'impact.

2.1.1 Géologie locale

Le contexte géologique local a été déterminé au moyen de vingt-deux (22) forages, dont six (6) ont pénétré dans le roc, ainsi que de quinze (15) sondages.

On retrouve de façon générale, la séquence stratigraphique suivante:

- À la surface, un horizon de terre végétale d'une épaisseur variant entre 0,02 et 0,4 m.
- Sous cet horizon, une couche de sable fin à silt sableux. Cet horizon est présent dans la plupart des secteurs du site. L'épaisseur de ce dépôt est très variable, fluctuant entre environ 0,5 m et plus de 4,9 m.
- Sous le dépôt de sable fin, on retrouve un horizon de till. Cet horizon n'a pas été intercepté ou atteint dans tous les forages. Le till est principalement composé de silt avec des traces de sable et de gravier. Par endroit dans le secteur sud du site, on retrouve plutôt un horizon d'épaisseur variable d'argile varvée. La base de cette unité n'a pas été atteinte.
- Le till repose sur le socle rocheux, qui a été intercepté à des profondeurs variant entre 0,3 m et plus de 4,7 m.

Des affleurements rocheux sont présents à proximité du site proposé. De façon plus précise, ceux-ci sont observables au sud-ouest et à l'est du site. Ils sont localisés sur les plans généraux de localisation à l'annexe 3. Les informations régionales ainsi que les affleurements rocheux permettent d'identifier la nature du socle rocheux comme étant des volcanoclastites de composition intermédiaire à mafique dans la partie nord et des andésites et des volcanoclastites mafiques de composition tholéitique dans la partie sud du site.

2.1.2 Piézométrie

Au niveau local, l'eau souterraine circule dans les deux unités hydrostatigraphiques que sont les dépôts meubles et le socle rocheux. Il s'agit d'une nappe libre s'écoulant dans une formation aquifère composée des dépôts meubles et du socle rocheux sous-jacent. Cette nappe libre est limitée à sa base par la perméabilité relativement faible du socle rocheux qui, de façon générale, diminue avec la profondeur.

La carte piézométrique produite dans l'étude hydrogéologique complémentaire permet d'observer qu'à l'intérieur des limites de l'aire d'exploitation projetée, la profondeur de l'eau souterraine dans les dépôts meubles varie d'environ 0,3 m à un peu plus de 2 m. Les courbes piézométriques apparaissent sur le plan 1 de l'annexe 3.

La zone active de l'actuel LES semble affecter le patron d'écoulement des eaux souterraines. Il favorise vraisemblablement l'infiltration de l'eau à cet endroit par la rétention accrue des eaux de pluie et de ruissellement par les déchets. Ceci pourrait expliquer le rehaussement piézométrique observé à l'endroit de la zone active du site actuel.

Des vitesses de l'écoulement de l'eau souterraine ont été calculées sur la base de données de conductivités hydrauliques évaluées *in situ* et au moyen de gradients hydrauliques évalués graphiquement à l'aide de la carte piézométrique. La vitesse d'écoulement de l'eau souterraine dans les dépôts meubles, ainsi évaluée, varie entre 0,3 et 20 m/an.

Le tableau 2-1 présente les élévations de l'eau souterraine mesurées dans les différents puits d'observation. Les données de localisation et d'élévation des puits sont également indiquées.

Tableau 2-1 : Relevé piézométrique du 23 septembre 2002

ÉLÉVATION DE L'EAU SOUTERRAINE					
Puits	Coordonnées UTM		Élévation		
	Nord	Est	Sol (m)	PVC (m)	Eau (m)
PO 1-01	5 328 281,306	217 284,842	319,01	319,92	317,68
PO 2-01	5 328 571,098	217 248,182	325,09	325,85	-
PO 2R-02	5 328 571,697	217 245,970	324,94	325,61	322,84
PO 3-01	5 328 478,037	216 853,552	326,79	327,63	326,38
PO 3R-02	5 328 477,612	216 856,333	326,74	327,37	326,43
PO 4-01	5 328 072,076	216 416,553	323,41	324,15	320,61
PO 5R-02	5 328 479,751	217 052,393	324,52	325,16	322,73
PO 6R-02	5 328 620,889	216 725,611	329,10	329,76	328,52
PO 7-02	5 328 788,297	216 833,707	327,58	328,41	325,69
PO 7R-02	5 328 787,658	216 831,824	327,60	328,24	325,69
PO 8-02	5 328 804,457	217 193,854	319,07	319,93	318,85
PO 8R-02	5 328 804,028	217 195,275	319,04	319,69	318,77
PO 9-02	5 328 613,284	216 996,395	324,77	325,57	322,49
P-2	5 328 741,871	216 707,503	329,94	330,46	328,69
P-4	5 328 354,017	216 373,717	327,54	328,50	326,17
P-5	5 328 747,377	216 185,780	323,10	323,31	322,04
P-7	5 328 710,739	215 937,909	319,34	320,28	317,98
PZ-1	5 328 758,149	216 089,110	321,01	322,06	318,81
PZ-2	5 328 801,968	216 170,896	321,16	322,33	319,98

Finalement, aucun puits de particulier, pour des fins d'alimentation en eau potable, n'est présent dans un rayon d'un kilomètre du terrain à l'étude.

2.1.3 Topographie

La topographie du site proposé présente une dénivellation allant d'une élévation maximale de 330 m à la limite ouest pour atteindre l'élévation 319 m au nord-est du site et une élévation de 323 m au sud-est. Un plateau se situant entre 324 et 325 m est présent dans la portion est du site.

Conformément aux exigences de la directive, une carte topographique générale du terrain et du secteur proposé pour l'agrandissement du LET est présentée à l'annexe 3.

Cette carte permet de situer plus spécifiquement la zone d'enfouissement du LET proposé par rapport au relief du terrain naturel et au lieu d'enfouissement actuel et représente la base de travail pour la conception technique.

2.2 CRITÈRES GÉNÉRAUX DE CONCEPTION

La conception de l'agrandissement du lieu d'enfouissement technique proposé est basée principalement sur des contraintes techniques imposées à la fois par les conditions hydrogéologiques du site retenu et le contexte réglementaire. Dans le cadre du présent projet, ces contraintes ont permis d'établir au départ, des critères généraux de conception pour les éléments suivants :

- les limites du site d'enfouissement technique;
- les quantités de matières résiduelles à enfouir;
- la surélévation des résidus;
- l'étanchéité du site (contrôle des eaux de lixiviation et protection des eaux souterraines);
- les systèmes de captage du lixiviat, du biogaz et des eaux de surface.

2.2.1 Limites du site d'enfouissement technique

D'une façon générale, le *Règlement sur les déchets solides* (Q-2, r.3.2) définit des normes de localisation et des conditions hydrogéologiques applicables à un lieu d'enfouissement. Cependant, selon notre compréhension, les critères de localisation applicables à l'agrandissement du site et sa transformation en lieu d'enfouissement technique sont ceux identifiés où la refonte du *Projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles*.

En vertu de ce projet, un LET doit être situé à des distances minimales de certains lieux ou aménagements ou bien interdit à certains endroits, à savoir :

- Situé à plus de 1 km de toute prise d'eau servant à la production d'eau de source ou d'eau minérale au sens du *Règlement sur les eaux embouteillées* (R.R.Q., 1981, c. Q-2, r.5), ou servant à l'alimentation d'un réseau d'aqueduc municipal ou d'un réseau d'aqueduc exploité par le titulaire d'un permis délivré en vertu de l'article 32.1 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*.

Cette prescription n'est toutefois pas applicable si le ministre reçoit attestation, signée par un professionnel qualifié, accompagnée de tout rapport technique, de toute étude, de toute analyse ou résultat d'analyse démontrant de façon adéquate, complète et détaillée que le lieu n'est pas susceptible d'altérer la qualité de ces eaux;

- interdit dans la zone d'inondation d'un cours ou plan d'eau, qui est comprise à l'intérieur de la ligne d'inondation de récurrence de 100 ans;
- interdit dans les zones à risques de mouvement de terrain;
- interdit sur un terrain en dessous duquel se trouve une nappe libre ayant un potentiel aquifère permettant de soutirer en permanence un débit de 25 m³ d'eau par heure;
- comprendre sur son pourtour une zone tampon d'une largeur d'au moins 50 m et d'au plus 150 m destinée à préserver l'isolement du lieu, en atténuer les nuisances et permettre, au besoin, l'exécution de travaux correctifs. Toute activité pouvant nuire aux objectifs de la zone tampon mentionnée précédemment ou qui est susceptible d'émettre des contaminants dans l'environnement y est interdite à l'exception de celles nécessaires pour l'accès au lieu et au système de traitement des eaux s'il y a lieu, et le contrôle de son exploitation. Cette zone ne doit comporter aucun cours ou plan d'eau. Cette zone tampon doit être identifiée (limites intérieure et extérieure) à l'aide de balises appropriées et facilement repérables;
- la base d'un système d'imperméabilisation à double niveau de protection doit être située à une distance minimale de 1,5 m au-dessus du roc;
- la base du niveau inférieur de protection doit être située au-dessus du niveau des eaux souterraines.

Tel qu'illustré par le plan 1 de l'annexe 3 (topographie, piézométrie et localisation du site d'enfouissement technique), ce dernier respecte les contraintes d'éloignement du Règlement de même que celles du dernier projet de règlement. Une zone tampon de 50 m de largeur est délimitée par des balises le long de ses limites extérieures, la limite intérieure correspondant à la limite d'enfouissement des matières ou aux installations de traitement du lixiviat selon le cas.

2.2.2 Quantités de matières résiduelles à enfouir

La présente section indique les principales informations et hypothèses qui ont été utilisées pour établir les quantités de matières résiduelles qui devront être gérées et disposées au futur lieu d'enfouissement technique (LET). Il est important de rappeler que la gestion générale de toutes les matières résiduelles subira des modifications importantes au cours des prochaines années, et ce, en vertu de l'obligation d'implanter des plans de gestion conforme à la politique du MENV. Cela devrait se traduire par une réduction du volume à enfouir au LET.

Dans le cadre de la présente étude, le territoire qui sera desservi par la collecte et l'enfouissement des matières résiduelles est celui de la MRCVO qui regroupe trois (3) municipalités (Belcourt, Rivière-Héva, Senneterre-paroisse), trois (3) villes (Malartic, Senneterre-ville, Val-d'Or) et deux (2) territoires non organisés (TNO Lac Fouillac et TNO Lac Réservoir-Dozois). Le territoire de la MRCVO s'étend sur une superficie d'environ 27 600 km² et possède une population d'environ 44 600 habitants (en 2001).

Le LES de Val-d'Or a jusqu'à présent reçu les matières résiduelles en provenance des secteurs résidentiel, institutionnel, commercial et industriel de la ville Malartic, des deux TNO et, évidemment, de Val-d'Or. Les autres municipalités de la MRCVO ainsi que le secteur de Dubuisson et Vassan de la ville de Val-d'Or possèdent leurs propres dépôts en tranchée (DET) et y envoient leurs matières.

Toutefois, dans le contexte de l'agrandissement du LES existant, les sept (7) DET de la MRCVO arrêteront leurs exploitations et toutes les matières résiduelles destinées à l'élimination en provenance de tout le territoire de la MRCVO y seront enfouies.

De plus, puisqu'il n'y a qu'un seul dépôt de matériaux secs (DMS) sur le territoire de la MRCVO et que ce dernier aura atteint sa pleine capacité dans quelques années et en considérant le fait que, la nouvelle réglementation sur l'élimination des matières résiduelles interdira l'agrandissement et l'exploitation de nouveau DMS au Québec, les matériaux secs à éliminer en provenance du secteur des résidus de la construction et de la démolition (RCD) devront également être enfouis dans le nouveau LET de Val-d'Or.

Les matières résiduelles destinées à l'élimination en provenance de tous les secteurs d'activités de la MRCVO seront donc enfouies au LET de Val-d'Or. Il s'agit, selon les données de la MRCVO (en 1999), de 27 531 tonnes de matières résiduelles en provenance des résidences et des ICI, et de 20 000 tonnes de matériaux secs en provenance du secteur des RCD.

Les besoins externes de volume et de superficie nécessaires à la disposition des matières sont dictés en tout premier lieu par la production de matières résiduelles qui devront être enfouies pour une période donnée. Ainsi, la quantité de matières résiduelles produites sur le territoire de la MRCVO a été établie à une période de vingt-cinq (25) ans, correspondant à la durée des autorisations qui sont actuellement délivrées par le MENV.

L'enfouissement des matières résiduelles dans le nouveau LET devrait débuter en 2005, date à laquelle le LES et le DMS de la Ville de Val-d'Or auront atteint leur pleine capacité. Les projections de quantités de matières résiduelles à gérer tiennent compte des éléments suivants :

- Densité moyenne de la matière résiduelle (0,65 tonne/m³) dépend de la nature et l'épaisseur des déchets, ainsi que l'équipement de compactage;
- Taux de récupération des matières résiduelles (en fonction d'un scénario réaliste)
- Taux d'accroissement de la population au cours de la période de conception de vingt-cinq (25) années;
- Taux d'accroissement de la production de matières résiduelles par personne;

2.2.2.1 Densité de la matière résiduelle

Une densité moyenne de 0,65 tonnes/m³ a été considérée dans notre évaluation compte tenu que la majorité des RCD se compose de résidus combustibles (faible densité).

2.2.2.2 Taux de récupération des matières résiduelles

Pour ce qui est de l'évolution des quantités de matières résiduelles à éliminer, cinq (5) scénarios de récupération ont été élaborés soit :

Scénario pessimiste : Aucun recyclage prévu durant les opérations;

Scénario 1 : Prévoit atteindre 30 % de récupération après 10 ans (2015) d'opération et demeure stable jusqu'en 2029;

Scénario 2 : Prévoit atteindre 30 % de récupération après 10 ans (2015) d'opération et 60 % après 20 ans (2025) et demeure stable jusqu'en 2029;

Scénario 3 : Prévoit atteindre 60 % de récupération après 10 ans (2015) d'opération et demeure stable jusqu'en 2029;

Scénario optimiste : Prévoit atteindre les objectifs gouvernementaux en 2008, soit 60 % de récupération après trois (3) ans d'opération et demeure stable jusqu'en 2029.

2.2.2.3 *Évolution démographique*

Au cours des vingt-cinq (25) prochaines années, on prévoit une décroissance de la population de la MRCVO due à un ralentissement économique dans les secteurs minier et forestier, principaux moteurs de l'économie régionale. Afin de déterminer la population pour chacune des années d'exploitation du LET, les données fournies par la MRCVO ont été retenues et sont présentées au tableau 2-2.

Tableau 2-2 : Population projetée

Année	Population	Fluctuation
2001	44 600	--
2006	44 300	-0,7 %
2011	43 800	-1,1 %
2016	43 400	-0,9 %
2021	42 800	-1,4 %
2026	42 200	-1,4 %
2031	41 600	-1,4 %

2.2.2.4 Évolution du taux annuel de production de matières résiduelles

Compte tenu que le taux annuel de production de matière résiduelle par personne est de 1,02 tonne/personne en 2001 (45 600 tonnes/44 600 personnes) pour la MRCVO et que ce taux est inférieur à la moyenne provincial établit à 1,24 tonne/personne en 1998 (Bilan 2000 de Recyc-Québec), nous avons considéré que ce taux évoluerait graduellement de 1,02 à 1,48 tonne/personne sur la période de vie estimé du futur LET, soit vingt-cinq (25) ans. Un taux annuel de production de 1,48 tonne/personne a été utilisé tel que le propose maintenant Recyc-Québec au MRC pour élaborer leur plan de gestion de matières résiduelles.

2.2.2.5 Projections de la quantité de matières résiduelles à enfouir de 2005 à 2029

À la lumière des hypothèses présentées ci-haut, les projections de la quantité de matières résiduelles à enfouir par la MRCVO ont été calculées selon les cinq (5) scénarios de récupération et sont présentées dans le tableau 2-3 à la page suivante. Bien que nous ne puissions établir avec précision le taux de récupération que pourra atteindre la MRCVO au cours des vingt-cinq (25) prochaines années, les scénarios n^{os} 1 à 3 sont ceux qui nous apparaissent les plus réalistes. En effet, les scénarios pessimistes et optimiste nous semblent très peu probable et non réaliste.

Compte tenu que le futur LET possédera une capacité de 1 473 000 m³, nous avons retenu le scénario n^o 1 pour l'évaluation des différents impacts sur l'environnement. Le scénario n^o1 a été retenu car il représente les impacts négatifs les plus importants sur l'environnement. Selon ce scénario, la MRCVO devra enfouir au total 1 073 733 tonnes sur une période d'environ vingt-cinq (25) ans et en moyenne 42 950 tonnes de matières résiduelles par année. Cette projection réaliste des quantités à enfouir implique tout de même beaucoup d'efforts de récupération de la part de la MRCVO et des intervenants du milieu considérant le taux de mise en valeur actuel (2,8 %).

Tableau 2-3 : Projections de la quantité de matières résiduelles à enfouir par la MRCVO

Année	Population	Taux de production (tonne/pers/année)	Scénario pessimiste		Scénario no 1		Scénario no 2		Scénario no 3		Scénario optimiste	
			Tonnage	% de récupération	Tonnage	% de récupération	Tonnage	% de récupération	Tonnage	% de récupération	Tonnage	% de récupération
2001	44600	1,02	45600	0	45600	0	44323	0	45600	0	45600	0
2002	44540	1,04	46358	0	46358	0	46358	0	46358	0	46358	0
2003	44480	1,06	47114	0	47114	0	47114	0	47114	0	47114	0
2004	44420	1,08	47868	0	47868	0	47868	0	47868	0	47868	0
2005	44360	1,10	48620	0	48620	0	48620	0	48620	0	48620	0
2006	44300	1,11	49369	0	47888	3	47888	3	46407	6	39495	20
2007	44200	1,13	50071	0	47066	6	47066	6	44062	12	30042	40
2008	44100	1,15	50769	0	46200	9	46200	9	41630	18	20308	60
2009	44000	1,17	51463	0	45288	12	45288	12	39112	24	20585	60
2010	43900	1,19	52154	0	44331	15	44331	15	36508	30	20862	60
2011	43800	1,21	52841	0	43330	18	43330	18	33818	36	21137	60
2012	43720	1,22	53549	0	42304	21	42304	21	31059	42	21420	60
2013	43640	1,24	54254	0	41233	24	41233	24	28212	48	21702	60
2014	43560	1,26	54956	0	40118	27	40118	27	25280	54	21982	60
2015	43480	1,28	55655	0	38959	30	38959	30	22262	60	22262	60
2016	43400	1,30	56351	0	39446	30	37756	33	22541	60	22541	60
2017	43280	1,32	56992	0	39894	30	36475	36	22797	60	22797	60
2018	43160	1,34	57628	0	40340	30	35153	39	23051	60	23051	60
2019	43040	1,35	58260	0	40782	30	34373	41	23304	60	23304	60
2020	42920	1,37	58887	0	41221	30	32977	44	23555	60	23555	60
2021	42800	1,39	59510	0	41657	30	31540	47	23804	60	23804	60
2022	42680	1,41	60129	0	42090	30	30064	50	24051	60	24051	60
2023	42560	1,43	60743	0	42520	30	28549	53	24297	60	24297	60
2024	42440	1,45	61352	0	42947	30	26995	56	24541	60	24541	60
2025	42320	1,46	61957	0	43370	30	24783	60	24783	60	24783	60
2026	42200	1,48	62456	0	43719	30	24982	60	24982	60	24982	60
2027	42080	1,48	62278	0	43595	30	24911	60	24911	60	24911	60
2028	41960	1,48	62101	0	43471	30	24840	60	24840	60	24840	60
2029	41840	1,48	61923	0	43346	30	24769	60	24769	60	24769	60
Ton. tot. établi sur 25 ans (2005-2029):			1414269	-	1073733	-	903504	-	733197	-	624641	-
Tonnage annuel moyen:			56571	-	42949	-	36140	-	29328	-	24986	-

2.2.3 La surélévation des résidus

L'article 50 du *Règlement sur les déchets solides* stipule que la surélévation de l'aire d'enfouissement par les couches de déchets ne doit pas excéder 4 mètres par rapport au profil environnement. Pour sa part, le projet de règlement d'octobre 2000 n'impose aucune norme à ce sujet mais exige plutôt que le site technique s'intègre au paysage environnement. À cette fin, il est tenu compte des éléments suivants :

- les caractéristiques physiques du paysage dans un rayon d'un kilomètre, notamment sa topographie ainsi que la forme, l'étendue et la hauteur de ses reliefs;
- les caractéristiques visuelles du paysage également dans un rayon d'un kilomètre, notamment son accessibilité visuelle et son intérêt récréotouristique (les champs visuels, l'organisation et la structure du paysage, sa valeur esthétique, son intégrité, etc.);
- la capacité du paysage d'intégrer ou d'absorber ce type d'installation;
- l'efficacité des mesures d'atténuation des impacts visuels (écran, zone tampon, reverdissement, reboisement, etc.).

À cet égard, le concept proposé pour la zone d'enfouissement situe la surélévation des déchets à environ 19 mètres incluant le recouvrement final tel que présenté aux plans du concept technique. Cette surélévation assure une pente sur le dessus avoisinant 5 % à 7 % et permettra un drainage efficace du recouvrement final. Il est vrai cependant que la topographie «naturelle» sur le pourtour de la zone d'enfouissement induit une pente au travers du site (de l'ouest à l'est) approximative de 2 %. De ce fait, selon l'endroit où l'on se situe en périphérie de la zone d'enfouissement, la surélévation des déchets sera variable telle qu'indiquée aux coupes schématiques des plans du concept.

2.2.4 Étanchéité (contrôle des eaux de lixiviation et protection des eaux souterraines)

L'article 29 du Règlement sur les déchets solides stipule que :

«L'enfouissement sanitaire de déchets solides doit s'effectuer sur un terrain où les conditions hydrogéologiques sont telles que les eaux de lixiviation s'infiltrent dans le sol et que le temps de migration des eaux y est supérieur à cinq (5) ans avant de parcourir 300 mètres ou avant d'atteindre tout puits ou source servant à l'alimentation en eau potable et situé à une distance inférieure à 300 mètres, à moins que ces eaux n'aient fait résurgence auparavant. Dans ce dernier cas, elles doivent avoir circulé dans le sol pendant plus de 2 ans à une vitesse moyenne inférieure à 150 mètres par an.»

Pour sa part, les articles 18 à 21 du *Projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles* stipulent notamment que :

L'enfouissement sanitaire des déchets solides doit s'effectuer sur un terrain constitué d'une couche naturelle de sol homogène, permettant de conserver intact une épaisseur minimale de 6 mètres de sol dont la conductivité hydraulique est égale ou inférieure à 1×10^{-6} cm/s sous la base des déchets. Dans le cas où on ne retrouve pas ces conditions hydrogéologiques, l'enfouissement sanitaire peut s'effectuer à condition que l'on procède à des aménagements pour empêcher l'infiltration dans le sol des eaux de lixiviation. Les types d'aménagement possibles sont également décrits à ces articles.

En considérant les résultats obtenus de l'étude hydrogéologique telles que la perméabilité et l'épaisseur des dépôts meubles ainsi que les différentes vitesses d'écoulement, l'imperméabilisation du fond de l'aire d'enfouissement s'avère alors essentielle afin d'empêcher l'écoulement des eaux de lixiviation dans le sol et les eaux souterraines. Le concept proposé pour l'imperméabilisation inférieure (sous les déchets) de la zone d'enfouissement comprend notamment, le recours à des matériaux géosynthétiques tel qu'expliqué de façon plus détaillée à la section 2.4.

2.2.5 Les systèmes de captage

2.2.5.1 Captage du lixiviat

Conformément au projet de refonte réglementaire, le site d'enfouissement technique sera pourvu d'un système de collecte et d'évacuation des lixiviats les acheminant jusqu'aux installations de traitement. Ce système est décrit plus en détail à la section 2.4 suivante de même qu'aux plans en annexe.

2.2.5.2 Captage du biogaz

Le site technique sera pourvu d'un système de ventilation passif du biogaz qui sera produit, sa capacité maximale étant inférieure à 1 500 000 m³ ou à 50 000 t.m. par année. Dans le cas où ce système n'assurerait pas le respect de la concentration maximale volumique à la limite du lieu (dans le sol où à l'intérieur des bâtiments et installations visées par l'article 53) des équipements additionnels seront mis en place afin d'assurer le respect de celle-ci (ex.: tranchée de drainage et de collecte du biogaz, unité de brûlage portative, etc.).

2.2.5.3 Captage des eaux de surface

Tel que requis par l'article 28 du projet sur l'élimination des matières résiduelles, le site d'enfouissement comprendra un réseau de fossés empêchant les eaux de surface à l'extérieur de la zone d'enfouissement d'être contaminés par les matières résiduelles. Également, l'aménagement des cellules sera fait de façon à réduire la production d'eau de lixiviation en détournant les eaux de précipitations des cellules non encore exploitées afin d'éviter leur contamination. Le réseau de fossé sera étendu au recouvrement final du site de façon à assurer la stabilité du couvert et la protection contre l'érosion, notamment. Le schéma précis de ce réseau de fossé sera établi lors du calcul détaillé des caractéristiques et spécifications des composantes du recouvrement final assurant l'intégrité et la stabilité de celui-ci (demande de certificat d'autorisation). Dans tous les cas les exigences minimales du projet de règlement seront respectées.

2.2.6 Programme d'assurance et contrôle de la qualité

La construction des différentes phases d'aménagement de l'agrandissement du lieu d'enfouissement fera l'objet d'un programme de surveillance et de contrôle de la qualité visant à s'assurer que les matériaux et leur pose sont conformes aux exigences, spécifications, normes applicables et règles de l'art. Cette surveillance se traduira par la rédaction d'un rapport des activités réalisées et d'attestation de la conformité des travaux et/ou des mesures correctives mises en place.

2.3 DESCRIPTION GÉNÉRALE DU LET PROPOSÉ

Cette section présente, dans un premier temps, le plan d'ensemble des aménagements en y décrivant de façon sommaire les différentes zones et les principaux ouvrages et équipements qui y sont montrés. Par la suite, le plan de développement du lieu d'enfouissement technique proposé est établi, ce qui comprend notamment l'estimation de sa capacité et de sa durée de vie et une description de ses phases de développement.

2.3.1 Aménagement général du LET

Le LET proposé, dont la superficie prévue pour l'enfouissement est d'environ 145 000 m², et est divisé en plusieurs zones. Le plan d'ensemble des aménagements (plan n° 3) à l'annexe 3 présente les limites de l'agrandissement de l'aire d'enfouissement proprement dites ainsi que la zone d'aménagement des installations de traitement des eaux de lixiviation et les ouvrages connexes tels que :

- Les voies d'accès (périphériques à la nouvelle zone d'enfouissement);
- Un réseau de fossé de drainage et bassins de sédimentation destinés à recueillir et traiter les eaux de ruissellement.

L'ensemble de ces ouvrages de mêmes que tous ceux nécessaires à l'aménagement, à l'exploitation de l'aire d'enfouissement ainsi qu'au contrôle et à la gestion des nuisances est décrit de façon plus détaillée à la section 2-4 ci-après.

Il est important de préciser ici que le site dispose actuellement d'un bâtiment de service, d'une balance et d'une aire de réception du public. Ces ouvrages seront bien sûr maintenus dans le cadre d'opération du nouveau LET.

2.3.2 Plan de développement du LET

2.3.2.1 Capacité et durée de vie

Le lieu d'enfouissement technique proposé pourra permettre l'enfouissement d'un volume total de déchets d'environ 1 473 000 m³. Tel que mentionné précédemment à la section 2.2.2.5, les projections du tonnage annuel à enfouir sont difficilement prévisibles avec certitude. Cependant, compte tenu du faible taux de mise en valeur actuel (2,8 %) de la MRCVO et celui de la moyenne provinciale (± 15 %) il est raisonnable de penser que le besoin réel devrait se situer quelque part entre les scénarios réalistes n° 1 et n° 2. Ceci fait en sorte que la durée de vie du site proposé devrait être d'approximativement vingt-cinq (25) années d'enfouissement (entre 22 et 27 ans).

2.3.2.2 Phases de développement

L'aménagement de l'aire d'exploitation du LET proposé se fera, selon la planification actuelle, de façon progressive en six (6) phases. Il débutera par une phase de développement préliminaire qui comprendra outre les premières cellules d'enfouissement, la réalisation des travaux de construction de certains ouvrages connexes et des aménagements de traitement des eaux de lixiviation.

Ainsi, la phase initiale de développement permettra, tout d'abord, l'aménagement des zones connexes à l'aire d'enfouissement et comprendra la préparation du terrain et la mise en place et/ou la construction des ouvrages suivants :

- le prolongement de la voie d'accès périphérique vers la zone d'enfouissement;
- les exutoires pour acheminer les eaux de drainage recueillies en périphérie de la zone d'enfouissement et de celle de traitement incluant bassins de sédimentation pour assurer un rejet acceptable de MES au milieu récepteur, de même que les fossés de façon progressive au fur et à mesure du développement de l'aire d'enfouissement;

- les aménagements de traitement des lixiviats (réseau de collecte, station de traitement et émissaire).
- l'aménagement d'une zone au nord, pour recevoir les déblais d'excavation et permettant d'entreposer un volume d'emprunt nécessaire au recouvrement des matières résiduelles lors de l'exploitation active du site.

La phase initiale de développement comprendra également tel que mentionné ci-haut l'aménagement et l'exploitation de la première phase de développement de la zone d'enfouissement, ce qui inclura la construction et l'exploitation des trois (3) premières cellules d'enfouissement (cellules numéros 1 à 3, voir plan à l'annexe 3).

En ce qui a trait aux phases subséquentes de développement de la zone d'enfouissement, elles s'échelonneront sur la durée de vie utile du site et comprendront trois (3) principales étapes à savoir :

Étape 1

- Préparation du terrain (déboisement si requis, excavation du couvert végétal, etc.);
- Construction et aménagement de :
 - trois (3) ou quatre (4) cellules d'enfouissement dont leur capacité respective opérationnelle sera suffisante pour répondre aux besoins d'enfouissement d'environ une année entière par cellule;
 - chemin d'accès et fossé périphérique de drainage (construction progressive selon les besoins).

Il est possible toutefois que le nombre de cellules par phase et leur capacité individuelle puisse varier pour accommoder la géométrie des ouvrages et les quantités réelles de matières qui seront envoyées au site.

Étape 2

- Exploitation et enfouissement des matières résiduelles dans les cellules.

Étape 3

- Construction du recouvrement final ainsi que du réseau de collecte et d'évacuation du biogaz au fur et à mesure que les cellules auront atteint leurs niveaux prévus. Lors des phases de construction du recouvrement final, l'utilisation des membranes géosynthétiques « temporaire » sera faite. Ces membranes seront mises en place en priorité sur les faces d'appuis des matières résiduelles des secteurs qui ne seront pas exploités rapidement afin de réduire la production de lixiviat.

La zone d'enfouissement sera donc divisée selon la planification actuelle, en vingt-deux (22) cellules séparées entre elles par des bermes destinées à contrôler les eaux de ruissellement et le lixiviat (voir description technique, section 2.4). Il est à noter, toujours selon la planification actuelle, que ces phases seront aménagées successivement selon la numérotation présentée au plan n° 3 et que les cellules actives progresseront du secteur nord-est au secteur sud-ouest. Si les besoins ou conditions d'exploitation le requièrent, la séquence d'opération des cellules pourrait être modifiée.

Le tableau 2-4 présente donc un résumé des différentes phases de développement du LET proposé et des principaux ouvrages qu'elles comprennent.

Tableau 2-4 : Résumé des différentes phases de développement

Phase	Description
1	<u>Phase de développement initiale</u> <ul style="list-style-type: none">• Construction et mise en place des ouvrages connexes.• Système de collecte et de traitement des eaux de lixiviation.• Construction, exploitation et fermeture progressive de trois (3) cellules d'enfouissement (cellules n° 1 à 3).
2 à 6	<u>Phase de développement de l'aire d'enfouissement</u> <ul style="list-style-type: none">• Construction, exploitation et fermeture progressive de trois (3) ou quatre (4) cellules d'enfouissement à chacune des phases et ce, à tous les trois ou quatre ans environ (pour un total de dix-neuf (19) cellules supplémentaires).

2.4 DESCRIPTION TECHNIQUE DES OUVRAGES ET DES TRAVAUX

Cette section présente l'ensemble des ouvrages et travaux requis pour le développement du LET proposé et comprend la description technique des différents aménagements qui seront construits.

2.4.1 Travaux d'aménagement des ouvrages connexes

2.4.1.1 Chemin d'accès

Les ouvrages connexes comprennent la construction progressive du chemin périphérique en fonction des besoins reliés à l'aire d'enfouissement active.

Le chemin sera construit conformément aux indications montrées aux plans de détails et/ou selon les caractéristiques géotechniques du matériau *in situ*. Le chemin d'accès aura une largeur carrossable approximative de 10 mètres.

2.4.1.2 Aire d'entreposage

Une aire d'entreposage sera nécessaire pour recueillir la terre végétale résultant des différents travaux et phases d'aménagement de même que pour entreposer le matériau de recouvrement nécessaire aux opérations d'enfouissement. Ce matériau devra être importé de l'extérieur du site étant donné que le site est déficitaire au niveau du remblai/déblai. Un volume maximal correspondant à environ 15 à 20 % du volume annuel d'enfouissement de matériaux d'emprunt sera requis. Sur une base annuelle le volume d'emprunt nécessaire serait au maximum de l'ordre de 8 500 m³. Ce volume pourra être moindre si un recouvrement journalier alternatif est utilisé tel que proposé. Cette zone d'entreposage pourra également servir à y entreposer divers autres éléments tels que des matériaux devant servir à la construction et au développement du site (matériaux géosynthétiques, conduites, sable, gravier, pierre nette, etc.) lors des périodes de construction.

Le secteur envisagé sera situé au nord-est de la zone d'enfouissement. Sa localisation approximative est illustrée au plan en annexe. Il occupera une superficie d'environ 7 000 m². Cette superficie devra être déboisée et le couvert végétal devra être excavé en partie.

Advenant la présence de ruissellement sur l'aire d'entreposage, des fossés de drainage seront aménagés afin de capter ces eaux et de les acheminer au réseau de drainage général du site.

2.4.1.3 Fossé de drainage

Un réseau de fossés de drainage sera aménagé sur le pourtour de l'aire d'enfouissement proposée de même que dans le secteur de traitement des eaux de lixiviation. Ces fossés achemineront les eaux de surface recueillies vers la rivière Bourlamaque. L'aménagement de ces fossés se fera conformément aux spécifications générales montrées aux plans.

Deux (2) bassins de sédimentation seront aménagés (un par exutoire) afin de procéder à un traitement primaire des eaux de ruissellement recueillies et d'améliorer la qualité du rejet.

2.4.2 Travaux d'aménagement de l'aire d'enfouissement (cellules d'enfouissement)

2.4.2.1 Préparation du terrain

Les travaux de préparation du terrain consisteront au déboisement ainsi que l'excavation du couvert végétal sur la superficie nécessaire à la phase d'aménagement de la zone d'enfouissement en question.

L'aménagement progressif de l'aire d'enfouissement nécessitera, selon les phases, le déboisement de superficies variant entre 25 000 et 58 000 m² approximativement.

2.4.2.2 Excavation de masse et travaux de terrassement

L'aménagement des cellules d'enfouissement nécessitera également l'excavation des dépôts meubles ou le remblayage selon les limites horizontale et verticale indiquées respectivement sur les vues en plan et sur les coupes schématiques présentées aux plans en annexe.

Selon les élévations et profils prévus pour l'aménagement de la zone d'enfouissement les travaux d'excavation de masse nécessiteront l'excavation d'environ 10 000 m³ (en excluant l'horizon de terre végétale). Cependant un total d'environ 56 400 m³ d'emprunt seront requis pour amener le terrain aux élévations prévues pour la pose du système d'imperméabilisation et de son assise.

En effet, les conditions hydrogéologiques du site et en particulier l'élévation de l'eau souterraine font en sorte que le site ne pourra générer globalement de matériau de surplus pour l'aménagement, l'exploitation et le recouvrement régulier des matières enfouies. Le matériel d'emprunt pour la mise à niveau du site (infrastructure sous le fond) sera importé lors de la construction des différentes phases d'aménagement (environ 10 000 à 15 000 m³ en moyenne par phase) de façon à ce qu'aucun volume important de ces matériaux ne soit entreposé sur le site.

Les travaux d'excavation ou de remblayage impliqueront également la mise en forme et la compaction du fond de l'aire d'enfouissement (assise de 150 mm) et ce, afin d'y recevoir le système d'imperméabilisation. À ces travaux d'excavation s'ajouteront des travaux de terrassement pour donner les profils prévus en bordure de la zone d'enfouissement (berme périphérique), le tout de façon à s'ajuster au terrain naturel environnant.

2.4.2.3 Système d'imperméabilisation

Tel que mentionné précédemment, l'imperméabilisation du fond de l'aire d'enfouissement permettra de capter les eaux de lixiviation générées par les activités d'enfouissement et assurera ainsi la protection des eaux souterraines. Les paragraphes qui suivent décrivent les aménagements généraux prévus à cette fin.

Compte tenu des conditions hydrogéologiques décrites précédemment, le système d'imperméabilisation proposé (voir détails présentés aux plans de l'annexe 3) comprendra deux (2) niveaux de protection. Le niveau de protection supérieure (premier niveau d'imperméabilisation) sera constitué d'une membrane synthétique imperméable en polyéthylène de haute densité (PEHD) de 1,5 mm d'épaisseur.

Le niveau de protection inférieure (deuxième niveau d'imperméabilisation) comprendra une membrane synthétique imperméable en PEHD de 1,5 mm d'épaisseur sus-jacente à une membrane géocomposite bentonitique d'une conductivité hydraulique de l'ordre de 10⁻⁹ cm/s (la conductivité hydraulique est fonction des contraintes appliquées).

Une membrane de drainage (géofilet) en PEHD sera placée entre les deux (2) niveaux d'imperméabilisation et agira à titre de système intermédiaire de détection et de collecte du lixiviat.

Le niveau de protection inférieure reposera sur une assise de 150 mm d'épaisseur qui sera constitué d'emprunt compacté et nettoyé des éléments pouvant endommager les composantes du système d'imperméabilisation.

Une couche de protection et de drainage de 600 mm d'épaisseur qui servira également à la collecte des eaux de lixiviation sera mis en place sur le premier niveau d'imperméabilisation. Cette couche sera constituée d'un matériel granulaire drainant, d'une conductivité hydraulique égale ou supérieure à 1×10^{-2} cm/s (voir section 3.2.4.5). L'utilisation combinée d'un horizon de drainage de type géocomposite et du matériau granulaire est également envisageable et sera définit lors de la sélection finale des géosynthétiques lors de la confection des plans détaillés de construction. Dans tous les cas les exigences minimales du projet de refonte sur l'élimination des matières résiduelles (version octobre 2000) concernant la couche de drainage seront respectées.

La performance d'un tel système a été évaluée en utilisant les méthodes d'analyse généralement reconnues et développées par Giroud et al.¹ en considérant une tête constante (charge minimale autorisable de 300 mm sur le niveau primaire) et les caractéristiques (exigences minimales) des matériaux synthétiques et naturels proposés. Les résultats de cette analyse sont décrits à l'annexe 1.

De façon sommaire, cette analyse démontre que le second niveau de protection (niveau composite) réduit à toute fin utile l'exfiltration au travers de la barrière imperméable à une valeur infinitésimale et ce, en fonction de la conception du site proprement dite.

L'atteinte de ces performances sera possible en s'assurant que l'ensemble des matériaux utilisés ainsi que les méthodes de construction proposées soient soumises à un contrôle de qualité rigoureux lors de la période de construction des cellules de même que durant la période d'exploitation.

¹ J.P. Giroud et R. Bonaparte «Leakage through liners constructed with Geomembranes». Geotextiles and Geomembranes 8 pages 26-27 (1989).
J.P. Giroud et R. Bonaparte «Geomembranes part II – Composite liners»
Geotextiles et geomembranes, vol. 8, n° 2, pages 71-112, 1989.
Richardson et Hase « Design considerations for surface impoundments », GFR March 1999, pages 18-21.
J.P. Giroud et al. «liquid migration control using Geosynthetics liner system», Geosynthetics International 1997, vol 4,n^{os} 3 et 4.

L'aménagement et l'exploitation du lieu d'enfouissement technique proposé feront donc l'objet d'un programme de contrôle de la qualité à chacune de ces phases de développement. La description du programme d'assurance qualité proposé est présentée sommairement à la section 3.2 « Surveillance environnementale ».

2.4.2.4 Berme de séparation des cellules

Tel que mentionné auparavant, l'aire d'enfouissement imperméabilisée conformément aux spécifications précédentes, sera divisée en six (6) phases comprenant chacune trois (3) ou quatre (4) cellules d'enfouissement. Ces cellules, d'une capacité approximative d'une année chacune, seront séparées entre elles par des bermes tel qu'illustré sur le plan intitulé « Séquences et limites des phases d'exploitation » (plan 4 de l'annexe 3). Les détails de cette même annexe illustrent la conception de ce type de berme proposé. Ces bermes sont aménagées à l'aide du matériau de l'assise et se retrouvent sous le système d'imperméabilisation. Aux endroits où l'on croise les réseaux de collecte, le système d'imperméabilisation est redescendu sous les conduites et l'on ajoute une géomembrane additionnelle PEHD soudée sur le premier niveau ou encore un matériau de faible perméabilité pour former la berme. De cette façon on facilite la construction du système d'imperméabilisation (réduit les risques de dommage durant la construction) et on maintient l'intégrité du système en évitant de le perforer pour traverser les différentes conduites. Les bermes permettront le contrôle des eaux de lixiviation générées par l'enfouissement des matières résiduelles ainsi que l'eau de ruissellement s'écoulant sur les surfaces des cellules aménagées mais non encore exploitées. En effet, des drains collecteurs en PEHD placés à la base des bermes de séparation des cellules recueilleront les eaux qui y seront interceptées et les dirigeront vers la zone de traitement des eaux de lixiviation ou vers le réseau de fossé de drainage (dans le cas des eaux de précipitation des cellules non encore exploitées).

Le captage des eaux de lixiviation des cellules actives ou complétées et la gestion des eaux de ruissellement à l'intérieur des cellules non exploitées (aucune matière résiduelle) sont discutés respectivement aux sections 2.4.2.5 et 2.4.2.6 suivantes.

2.4.2.5 Captage des eaux de lixiviation

Le captage des eaux de lixiviation sera assuré par un système de collecte du lixiviat sur chacun des niveaux de protection (niveaux d'imperméabilisation supérieur et inférieur). Ce système de collecte comprendra des couches de drainage (naturelles et/ou synthétiques) et un réseau de conduites collectrices. Il est à noter que l'acheminement des eaux de lixiviation vers le système de traitement devrait nécessiter la construction d'un poste de pompage et de relèvement à la sortie de la zone d'enfouissement.

Couches de drainage

La couche de drainage sur le premier et le second niveau de protection jouent un rôle essentiel dans l'efficacité et l'intégrité du système d'imperméabilisation. Sur le niveau primaire, en excluant le rôle de protection de la géomembrane, elle doit notamment, minimiser la charge hydraulique sur l'horizon imperméable afin d'assurer la stabilité de l'ouvrage et de réduire l'infiltration au travers du niveau primaire « imperméable ». Elle doit également permettre le drainage et l'excavation rapide de l'eau percolant au travers des résidus.

Sur le niveau secondaire elle doit permettre d'éviter de transférer la charge hydraulique primaire aux endroits des perforations, maximisant ainsi l'efficacité du système à double niveau de protection. La couche de drainage doit également permettre de détecter rapidement un bris significatif du niveau primaire de protection. Le projet de règlement stipule que la conductivité hydraulique minimale permanente de cette couche de drainage doit être de 1×10^{-2} cm/s. Le projet exige également que le système de captage du lixiviat limite la hauteur d'accumulation du liquide au-dessus du niveau primaire de protection à 30 cm. Une autre particularité importante du projet de règlement consiste en l'exigence d'avoir la pente du fond des cellules (géomembrane) d'au moins 2 % vers les drains de captage (article 20). Le concept proposé fait appel à un aménagement en "dents de scie" du fond des cellules individuelles permettant d'obtenir une pente de 2 % vers les drains (voir plan en annexe) et à une couche de protection et de drainage granulaire de 60 cm sur le niveau primaire.

Cette épaisseur, quoique légèrement supérieure à l'exigence minimale de 50 cm du projet de règlement, est souvent identifiée dans la littérature technique comme une épaisseur adéquate minimale assurant une protection efficace du niveau imperméable supérieur. Sur le niveau secondaire la couche de drainage proposée est un géonet (filet de drainage) en PEHD de type bi-planaire (à valider lors de la conception détaillée pour construction). La transmissivité de cet horizon sera plus grande que celle de la couche de drainage du niveau primaire évitant ainsi de transférer la charge hydraulique primaire sur le niveau secondaire aux endroits où des défauts ou bris se retrouveront sur ce niveau primaire.

La capacité du système de captage et en particulier la transmissivité minimale requise des horizons de drainage (naturel ou synthétique) et l'évaluation de la charge hydraulique au-dessus des systèmes d'imperméabilisation doivent être réalisés de façons appropriées. En effet, il existe non seulement différents modèles mathématiques (informatisés ou non) pour calculer par exemple, la charge hydraulique maximale sur les niveaux imperméables, mais les résultats de ces calculs peuvent être grandement influencés en modifiant certaines propriétés ou caractéristiques des différentes composantes. De plus l'utilisation de facteurs de sécurité appropriés (lorsque applicables), permettant de concevoir des ouvrages qui respecteront les exigences minimales réglementaires à moyen et long terme tout en assurant l'intégrité des ouvrages, doit être prise en considération lors de la conception détaillée de ceux-ci.

Parmi les principaux éléments ou particularités à considérer lors de la conception détaillée pour construction relative aux horizons de drainage des systèmes d'imperméabilisation, mentionnons à titre indicatif, les aspects suivants² :

- l'influence directe de la conductivité hydraulique réelle de la couche de drainage sur la charge hydraulique maximale au fond des cellules;
- l'influence de la conductivité hydraulique réelle de la couche de drainage/protection (matériau granulaire) sur la charge hydraulique maximale et sur l'évaluation des besoins de drainage lorsque l'on utilise un géocomposite sous-jacent;

² J.P. Giroud et al. «Liquid collection systems, special issue » Geosynthetics International 2000, vol 7, nos 4 et 6.
G.N.Richardson et A. Zhao «Desing manual of lateral drainage systems for landfills» 1999.

- l'importance d'ajouter un facteur de sécurité total au delà des facteurs de réduction (intrusion, déformation, colmatage chimique, colmatage biologique) lors de l'utilisation de géocomposite comme horizon de drainage
- le fait que les facteurs de sécurité sont différents si l'on conçoit le recouvrement final, la couche de drainage ou celle de détection secondaire;
- le fait que le taux de production du lixiviat et donc la capacité du système de drainage traverse deux (2) stades durant la vie utile du site soient lors du placement des résidus et après la construction du recouvrement final. Durant chaque stage les facteurs de sécurité applicables peuvent différer;
- l'importance de bien évaluer la charge maximale de liquide au fond des cellules dans le cas où le concept fait appel à plusieurs pentes (ex.: pente périphérique intérieure de 3:1 et pente du fond de 2 %).

Pour les besoins d'élaboration du concept nous avons utilisé, au stade actuel de la conception, le modèle HELP (voir section 2.4.3 pour détails) et les équations de *Mc Enroe* qui s'y sont intégrés pour calculer la charge hydraulique sur le niveau primaire.

Un espacement maximal des drains de 25 mètres a été utilisé si l'on considère la faible profondeur de l'eau souterraine. Cet espacement qui sera réalisé à l'aide de l'aménagement du fond en "dents de scie" fait en sorte que la charge hydraulique moyenne au fond se situe à environ 5 cm quelle que soit l'épaisseur des résidus au fond. En pointe journalière toutefois la charge hydraulique ponctuelle excède le 30 cm lorsque l'épaisseur des matières résiduelles est faible.

Lors de la conception détaillée préalable à la construction (demande de certificat d'autorisation) tous les aspects rattachés aux charges hydrauliques et à la stabilité des ouvrages seront analysés en détail. Au besoin l'utilisation combinée de géocomposite comme couche de drainage sera ajoutée pour assurer l'intégrité et l'efficacité des ouvrages.

G.Ellithy et A, Zhao «Using Help model for designing geocomposite drainage systems in landfills» Proceedings of Geosynthetics Conference 2001.

Drains de collecte

La vue en plan 4 et les détails s'y rattachant (annexe 3) montrent le réseau de collecte proposé. Les eaux de lixiviation qui seront interceptées par les couches de drainage sur chacun des niveaux de protection seront recueillies par des drains collecteurs (en PEHD) placés le long des bermes de séparation des cellules, aux points bas de la forme en " dents de scie " ainsi qu'en périphérie de la zone d'enfouissement. Les conduites perforées seront entourées de pierre nette et d'un géotextile approprié pour minimiser les risques de colmatage (voir détails de conception aux plans). De plus, des puits d'accès placés aux endroits stratégiques de ces conduites rendront possible leur inspection, leur entretien et leur nettoyage.

Sur le niveau primaire, le réseau de collecte sera subdivisé par cellule annuelle de façon à assurer la flexibilité requise lors des opérations. Au niveau secondaire, une conduite périphérique (aval) sera mise en place et des branchements latéraux seront mis en place le long des bermes séparant les différentes phases.

Tel qu'illustré au plan de l'annexe 3, les conduites collectrices du lixiviat ne traverseront que les bermes de séparation des phases et non pas le système d'imperméabilisation proprement dit à l'exception de l'exutoire du site dans la cellule n° 1. L'étanchéité sera assurée par des manchons comprenant notamment des colliers de serrage et des bandes de néoprène tout autour des conduites. Ils pourront également être soudés par extrusion aux géomembranes PEHD de 1,5 mm lorsque possible.

Les conduites collectrices auront une pente minimale de 0,5 % afin de favoriser le bon écoulement des eaux de lixiviation recueillies et respecter l'exigence du projet de règlement.

Station de pompage et de relèvement

La topographie du site et les conditions hydrogéologiques dont notamment la profondeur du roc, font en sorte que la station de traitement sera localisée dans la portion sud-est du site. Une station de pompage et de relèvement des eaux de lixiviation sera construite à la sortie de la zone d'enfouissement (cellule no 1) pour acheminer celles-ci à la nouvelle station de traitement du lixiviat. À l'endroit de cette station de pompage la mesure et l'enregistrement en continu et séparé des débits primaire et secondaire du lixiviat seront réalisés. La station de pompage sera dotée d'équipements duplex et de système d'alarmes assurant ainsi d'éviter un débordement du lixiviat.

2.4.2.6 Gestion des eaux de ruissellement dans la zone d'enfouissement

Les phases de développement seront construites pour une période approximative de trois (3) ou quatre (4) ans et les cellules ne seront utilisées que progressivement à l'intérieur d'une phase. Par conséquent, les cellules ouvertes et non utilisées pour l'enfouissement des déchets recueilleront les eaux de précipitation arrivant sur leur surface imperméabilisée. En l'absence de bermes de séparation des cellules, ces eaux viendraient en contact avec les matières résiduelles, ce qui augmenterait inutilement les volumes de lixiviat à traiter. Il s'avère alors avantageux de mettre en place des bermes de séparation qui interceptent les eaux de pluie non contaminées et les dirigent vers une conduite de collecte des eaux pluviales tel que stipulé auparavant (voir vue en plan et détails à l'annexe 3).

En effet, tant que les activités d'enfouissement n'auront pas débuté dans une cellule, les drains collecteurs seront raccordés à la conduite pluviale située en périphérie du site ou parallèlement aux bermes de séparation. L'ensemble des eaux de précipitation recueillies sera alors acheminé via la conduite de collecte pluviale vers le fossé de drainage évitant ainsi une augmentation considérable des volumes de lixiviat à traiter. Dès que les activités d'enfouissement débiteront dans la cellule, le drain de collecte de premier niveau sera raccordé à la conduite de collecte des eaux de lixiviation. Les détails aux plans illustrent le schéma général de construction des conduites le long de la limite sud du site (conduites principales). De façon similaire, les cellules situées du côté sud de la zone d'enfouissement seront raccordées dans un premier temps de façon temporaire au réseau pluvial puis au réseau de collecte du lixiviat avant la mise en service de la cellule.

2.4.2.7 Recouvrement final des cellules

Le recouvrement final de l'aire d'enfouissement proposée, qui se fera de façon progressive au fur et à mesure que les cellules auront atteint leur profil final, sera composé des quatre (4) horizons principaux suivants :

- Un horizon perméable de 30 centimètres d'épaisseur qui représentera l'assise du recouvrement final;
- un horizon imperméable constitué d'une membrane de polyéthylène de 1,0 mm d'épaisseur;
- un horizon drainant constitué d'un matériau granulaire;
- une couche de terre végétale qui sera ensemencée.

La vue en plan et les détails présentés à l'annexe 3 illustrent de façon schématique la géométrie et la composition du recouvrement final proposé.

De la même façon que pour le système d'imperméabilisation au fond des cellules, le recouvrement final devra être conçu pour assurer la stabilité et l'intégrité des ouvrages. Les spécifications précises et détaillées de la composition de l'horizon de drainage de même que celui d'évacuation du biogaz seront établit lors des analyses de stabilité préalables à la construction (demande de certificat d'autorisation). Au besoin l'utilisation de géocomposites, de drains intermédiaires dans la couche de drainage et la modification du réseau fossé, seront mis en place afin de concevoir un recouvrement final stable et sécuritaire. Tel qu'indiqué au plan le réseau de fossés sur le recouvrement final est représenté de façon schématique et sera ajustée si requis, pour la préparation de la demande de certificat d'autorisation.

Deux bassins de sédimentation seront aménagés (un par exutoire) afin de procéder à un traitement primaire des eaux de ruissellement recueillies et d'améliorer la qualité du rejet.

2.4.3 Travaux d'aménagement du système de traitement et de gestion des eaux de lixiviation

2.4.3.1 Généralités et composition du lixiviat

La gestion globale des eaux de lixiviation doit inclure différentes étapes dans le but d'assurer la mise en place d'un mode de traitement efficace et le respect des objectifs de traitement. En effet, les caractéristiques physico-chimiques des eaux de lixiviation sont variables et dépendent de facteurs tels les caractéristiques des déchets solides, la présence de déchets prépondérants ainsi que du mode d'exploitation.

En outre, les caractéristiques physico-chimiques du lixiviat varient dans le temps selon l'évolution de la décomposition des résidus. Cela se traduit donc par la production d'un mélange de lixiviats aux caractéristiques différentes et une variation de la composition. Il est donc difficile de prévoir de façon précise dans le temps, la composition du lixiviat qui sera généré par l'enfouissement des résidus. Il est néanmoins possible d'établir, à partir des données disponibles dans la littérature et sur certains sites (LET) en opération au Québec, la composition générale du lixiviat qui sera produit ainsi que des valeurs réalistes de la concentration de certains des paramètres clés du lixiviat. Ainsi, la composition du lixiviat à traiter en provenance de la zone d'enfouissement devrait correspondre approximativement à ce qui suit :

➤ Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	5 000 à 10 000 mg/L
➤ Demande chimique en oxygène (DCO)	7 000 à 12 000 mg/L
➤ Azote ammoniacal (NH ₄ -N)	200 à 400 mg/L
➤ Azote total Kjeldahl (NTK-N)	200 à 250 mg/L
➤ Matière en suspension (MeS)	250 à 400 mg/L
➤ Phosphore total (P)	1 à 3 mg/L

2.4.3.2 Évaluation du volume de lixiviat provenant de l'agrandissement

La conception mise de l'avant pour le traitement et l'évacuation des eaux de lixiviation qui seront produites (voir la description détaillée de ces ouvrages à la section 2.4.3.3) est basée sur la simulation informatique réalisée grâce au programme « Hydrological Evaluation of Landfill Performance » (HELP - version 3,07). Ce modèle demeure largement l'outil le plus utilisé pour établir les prévisions en terme de production de lixiviat pour de tels ouvrages. Bien que ce modèle soit limité³ notamment dans le fait qu'il ne permette pas de simuler la transition de la vie opérationnelle d'un site avec la période de post fermeture (la géométrie du site demeure la même durant la période entière d'analyse), des évaluations récentes de taux de génération réels ont démontré que le modèle fournissait une très bonne approximation des conditions réelles. L'application de ce modèle permet notamment, d'évaluer le volume d'eau de lixiviation produit en fonction des aménagements spécifiques au site et en tenant compte également des caractéristiques de température et de précipitations propres à la région concernée. En outre, et tel que mentionné auparavant, le modèle fournit une des méthodes disponibles pour établir l'espacement des structures de drainage et la charge hydraulique de lixiviat correspondante à l'intérieur du site. Il permet d'obtenir des données critiques nécessaires à la conception détaillée des ouvrages notamment en ce qui concerne la stabilité de ceux-ci. Cependant l'utilisation étendue de ce modèle a permis d'identifier certains points importants de considération lors de son utilisation afin d'éviter d'obtenir des résultats erronés et/ou sous-évalués. En particulier et sans s'y limiter, l'évaluation et la sélection de drainage géocomposite de même que la charge maximale sur les composantes imperméables doivent faire l'objet d'une attention particulière lors de l'utilisation de ce modèle⁴. C'est dans le contexte et tel qu'indiqué ci-avant, que les détails, quant à la sélection et aux spécifications finales des composantes de drainage (géofilet, couche de sol de protection et de drainage, etc.) seront présentés lors de la conception détaillée pour fins de construction (demande de certificat d'autorisation).

³ G.N. Richardson et A. Zhao «Design Manual of lateral drainage for landfills» 1999.

⁴ G. Ellithy et A. Zhao «Using HELP Model for designing geocomposite drainage systems in landfills» Proceeding of Geosynthetics conference 2001 ;

«Help Model – Problem statement» Advanced Geotech systems, 2001;

M.I. Gogler « Helpfull insight into landfill design using the HELP Model» Geological Society of America, 2002.

Cependant, les exigences minimales de la refonte réglementaire (version octobre 2000 pour pré-publication) seront en tout temps respectées quant aux différentes composantes requises et leurs spécifications techniques minimales identifiées au projet de règlement.

Autre point de considération dans l'utilisation du modèle HELP touche à l'importance d'introduire les données climatologiques à ce jour de la région spécifiquement concernée pour les simulations. En effet le modèle utilise par défaut des données d'une période de 5 ans entre 1974 et 1978 et celle-ci n'est pas nécessairement représentative des conditions climatiques particulières plus récemment rencontrées. Les conséquences néfastes de ne pas utiliser des données à ce jour peuvent se présenter sous la forme d'une sous-évaluation de la charge maximale sur la couche imperméable ou sur le volume de drainage latéral de certaines composantes des systèmes d'imperméabilisation.

Au stade actuel de la conception technique du projet l'utilisation du modèle HELP vise à établir les volumes sécuritaires d'eaux de lixiviation qui seront générés pour le LET et les besoins de traitement de ceux-ci. La première étape consiste donc à définir les différentes caractéristiques composantes les systèmes d'imperméabilisation du LET en incluant les composantes de drainage et à simuler différentes conditions d'exploitation du site (cellules en exploitation ou fermées avec recouvrement final ou temporaire). Cela permet d'établir les taux unitaires de production des eaux de lixiviation de ces différentes conditions d'exploitation. Par la suite la séquence d'exploitation approximative du site au cours de sa vie utile est établit permettant aussi de calculer les productions moyennes et maximales d'eau de lixiviation que le LET produira durant sa vie utile. Les ouvrages de traitement assurant le respect des normes et objectifs de rejet peuvent alors être conçus de façon préliminaire.

Il est important de mentionner toutefois que l'établissement de la séquence d'exploitation est un exercice complexe et difficile dont la représentativité et le réalisme peuvent être questionnées. En effet la méthode précise d'exploitation et les quantités réelles qui s'y seront enfouies et l'influence des périodes hivernales qui limitent certains travaux, sont autant de facteurs qui peuvent affecter significativement la séquence d'exploitation et les volumes de lixiviat à gérer.

Cela peut revêtir une importance relative supérieure pour des sites dont les quantités enfouies sont plus faibles. En effet pour de telles installations une modification de la séquence d'exploitation peut se traduire par un changement significatif de la production d'eaux de lixiviation versus celle théorique calculée.

Dans ce contexte et en s'appuyant sur des connaissances accrues d'installations récentes (LET) que nous incluons dans notre évaluation du volume de lixiviat à gérer des facteurs de sécurité. Cela assurera ainsi de dimensionner des ouvrages de traitement pouvant répondre aux ajustements possibles de la séquence d'exploitation initialement prévue.

La simulation informatique à l'aide du modèle est donc effectuée en définissant les caractéristiques des diverses couches qui composent le site d'enfouissement (recouvrement final, couches de matières résiduelles, recouvrement journalier et barrière imperméable), le modèle permet d'évaluer le drainage latéral de chaque couche et le taux de percolation au bas des déchets, ce qui représente en fait le volume de lixiviat qui sera recueilli par le réseau de collecte des eaux de lixiviation. Le modèle prédit également les valeurs de pointe et moyennes, ce qui permet de dimensionner les diverses composantes du système de collecte et de gestion des eaux de lixiviation.

Connaissant les différents stades d'évolution (remplissage et fermeture) du site et les taux de génération de lixiviat correspondant à chacun de ces stades, il est possible d'estimer le volume de lixiviat produit en fonction de l'avancement de l'aménagement et d'en calculer les valeurs annuelles moyenne et/ou maximale nécessaires au dimensionnement des ouvrages de traitement.

Les hypothèses posées pour effectuer l'évaluation des volumes de lixiviat à traiter sont sécuritaires. En effet, les quantités de lixiviat générées ont été obtenues en considérant que les déchets sont saturés d'eau dès leur mise en place. C'est-à-dire que la quantité de lixiviat recueilli en condition ouverte est pratiquement égale à celle des précipitations moins le volume perdu en évapotranspiration soit environ 25 à 35 %. En effet dans une condition complètement saturée le taux de lixiviation recueilli (drainage latéral) est alors contrôlé par la plus faible des conductivités hydrauliques saturées du profil modélisé (différentes couches) ou par le taux d'infiltration s'il est inférieur à la conductivité hydraulique.

Production unitaire - Simulation HELP

Dans un premier temps, le modèle HELP est utilisé pour évaluer le volume de lixiviat produit en fonction du stade d'évolution du LET. Dans le cas du site de Val-d'Or, six (6) stades d'évolution ont été modélisés à l'aide du logiciel HELP tels que présentés au tableau suivant.

Tableau 2-5 : Stades d'évolution utilisés pour les simulations HELP

Code d'identification	Description du stade d'évolution
Daily 3	Cellule ouverte avec 3 m de déchets et recouvrement journalier.
Daily 6	Cellule ouverte avec 6 m de déchets et recouvrement journalier.
Daily 9	Cellule ouverte avec 9 m de déchets et recouvrement journalier.
Daily 12	Cellule ouverte avec 12 m de déchets et recouvrement journalier.
CAPPOOR	Cellule fermée avec recouvrement final avec engazonnement pauvre et pente de 5 %.
CAPING	Cellule fermée avec recouvrement final avec engazonnement moyen et pente de 5 %.

Tel que mentionné, les quantités de lixiviat générées ont été simulées en considérant que les déchets sont saturés d'eau dès leur mise en place. C'est-à-dire que la quantité de lixiviat recueilli en condition ouverte est pratiquement égale à celle des précipitations moins le volume perdu en évapotranspiration. Cette approche est sécuritaire car elle prend en considération dès le départ des conditions à l'équilibre.

Les quatre (4) premiers stades d'évolution considèrent la situation où les cellules sont ouvertes (en opération), ce qui signifie qu'il n'y a aucun ruissellement. Le seul facteur qui varie pour ces quatre (4) premiers stades d'évolution est l'épaisseur de déchets. Ceci a pour objectif de vérifier si la variation de l'épaisseur de déchet a un impact sur le volume de lixiviat produit en situation ouverte (cellule en exploitation) étant donné que cette épaisseur varie significativement durant l'opération réelle d'un site.

Les deux (2) derniers stades d'évolution présentent la situation où le recouvrement final est en place. La différence entre les deux (2) simulations est au niveau de la qualité du couvert végétal (faible ou moyen). L'impact de ce dernier peut être significatif étant donné que l'évapotranspiration du couvert végétal représente plus de 50 % du total des précipitations annuelles lors du calcul du bilan hydraulique d'un site d'enfouissement technique.

Chaque stade d'évolution a été simulé et des taux de production de lixiviat par unité de surface ont été obtenus. Le modèle HELP génère donc, à partir de données climatologiques qui lui sont fournies et également de données sur la nature des sols, barrières imperméables et déchets en place, un bilan hydraulique journalier et/ou mensuel des précipitations qui surviennent au site. Ce bilan est fourni sous la forme de ruissellement (s'il y a lieu), d'évapotranspiration, de percolation ou de drainage et de changement de teneur en eau des différentes couches propres à chaque stade d'évolution du site. Le tableau 2-6 résume les résultats de ces simulations.

Les différentes simulations démontrent que le taux de production unitaire d'une cellule ouverte est estimé à 1,54 mm/jr ou 61,7 % des précipitations, et ce, peu importe l'épaisseur de déchets en place. Ce résultat ou plus de 60 % des précipitations se retrouve sous forme de lixiviat et est acheminé au traitement, nous apparaît comme un taux de production unitaire sécuritaire. En effet, en s'appuyant sur les données publiées pour des régions non arides les taux de production en conditions de placement de résidus se situent 11,2 m³/hectare-jour et 18,7 m³/hectare-jour. Une production moyenne de 15,4 m³/hectare-jour reflète adéquatement les productions de lixiviat observés et s'apparente également bien avec notre expérience récente de LET actifs et en exploitation.

Dans les conditions d'une cellule fermée avec un recouvrement final (pente de 5 %), le taux de production unitaire est estimé à 0,11 mm/jr ou 4,3 % des précipitations, et ce, pour un engazonnement moyen aussi bien que pauvre. L'utilisation de ce taux de production pour l'évaluation des volumes de lixiviat à traiter est sécuritaire étant donné que les taux de production normalement observés. Dans le cas de la production unitaire de lixiviat après la mise en place du recouvrement final il n'est pas rare de considérer que moins de 2 % des précipitations se retrouvent sous forme de lixiviat.

Les données publiées indiquent ici des valeurs se situant entre 0,46 et 1,40 m³/hectare-jour.
Le taux unitaire que nous avons établi est de 1,1 m³/hectare-jour.

Tableau 2-6 : Résultats des simulations informatiques sur le modèle HELP

Simulation HELP	Description des couches constituantes (à partir du dessus)	Production de lixiviat
Cellule ouverte avec déchets et recouvrement journalier	1- 200 mm de recouvrement journalier 2- 3 m de déchets 3- 600 mm de sable (couche drainante et de protection) 4- Barrière imperméable de premier niveau (membrane PEHD 1,5 mm) 5- Géotextile non tissé 6- Géonet de deuxième niveau (filet de drainage) 7- Barrière imperméable de deuxième niveau (membrane PEHD 1,5 mm et membrane géocomposite bentonitique) 8- 150 mm assise barrière imperméable	1,54 mm/jr ou 15,43 m ³ /hect jr ou 61,6 % des précipitations
Cellule ouverte avec déchets et recouvrement journalier	1- 200 mm de recouvrement journalier 2- 6 m de déchets 3- 600 mm de sable (couche drainante et de protection) 4- Barrière imperméable de premier niveau (membrane PEHD 1,5 mm) 5- Géotextile non tissé 6- Géonet de deuxième niveau (filet de drainage) 7- Barrière imperméable de deuxième niveau (membrane PEHD 1,5 mm et membrane géocomposite bentonitique) 8- 150 mm assise barrière imperméable	1,54 mm/jr ou 15,44 m ³ /hect jr ou 61,7 % des précipitations
Cellule ouverte avec déchets et recouvrement journalier	1- 200 mm de recouvrement journalier 2- 9 m de déchets 3- 600 mm de sable (couche drainante et de protection) 4- Barrière imperméable de premier niveau (membrane PEHD 1,5 mm) 5- Géotextile non tissé 6- Géonet de deuxième niveau (filet de drainage) 7- Barrière imperméable de deuxième niveau (membrane PEHD 1,5 mm et membrane géocomposite bentonitique) 8- 150 mm assise barrière imperméable	1,54 mm/jr ou 15,44 m ³ /hect jr ou 61,7 % des précipitations

Tableau 2- 6 (suite)

Simulation HELP	Description des couches constituantes (à partir du dessus)	Production de lixiviat
Cellule ouverte avec déchets et recouvrement journalier	1- 200 mm de recouvrement journalier 2- 12 m de déchets 3- 600 mm de sable (couche drainante et de protection) 4- Barrière imperméable de premier niveau (membrane PEHD 1,5 mm) 5- Géotextile non tissé 6- Géonet de deuxième niveau (filet de drainage) 7- Barrière imperméable de deuxième niveau (membrane PEHD 1,5 mm et membrane géocomposite bentonitique) 8- 150 mm assise barrière imperméable	1,54 mm/jr ou 15,43 m ³ /hect jr ou 61,6 % des précipitations
Cellule fermée avec recouvrement final engazonnement pauvre (pente de 5 %)	1- 150 mm de terre végétale 2- 450 mm de sable (couche drainante et de protection) 3- Barrière imperméable (membrane PEHD 1,0 mm) 4- 300 mm de sable (assise) 5- 1,2 m de déchets 6- 600 mm couche drainante et de protection 7- Barrière imperméable de premier niveau (membrane PEHD 1,5) 8- Géotextile non tissé 9- Géonet de deuxième niveau (filet de drainage) 10- Barrière imperméable de deuxième niveau (membrane PEHD 1,5 mm et membrane géocomposite bentonitique) 11- Assise barrière imperméable	0,11 mm/jr ou 1,07 m ³ /hect jr ou 4,3 % des précipitations
Cellule fermée avec recouvrement final engazonnement moyen (pente de 5 %)	1- 150 mm de terre végétale 2- 450 mm de sable (couche drainante et de protection) 3- Barrière imperméable (membrane PEHD 1,0 mm) 4- 300 mm de sable (assise) 5- 1,2 m de déchets 6- 600 mm couche drainante et de protection 7- Barrière imperméable de premier niveau (membrane PEHD 1,5) 8- Géotextile non tissé 9- Géonet de deuxième niveau (filet de drainage) 10- Barrière imperméable de deuxième niveau (membrane PEHD 1,5 mm et membrane géocomposite bentonitique) 11- Assise barrière imperméable	0,11 mm/jr ou 1,08 m ³ /hect jr ou 4,3 % des précipitations

Production globale

Une fois les stades d'évolution déterminés et les productions unitaires de lixiviat connues, la séquence complète de remplissage et de fermeture du site est établie. Ainsi, par tranche annuelle, la superficie totale correspondant à chacun des stades d'évolution est alors compilée. Dans le cas du LET proposé, cette séquence a été basée notamment sur le fait que le recouvrement final suit immédiatement (à la prochaine saison de construction) le remplissage complet d'une cellule. Également, à l'exclusion de la période durant laquelle la première couche de déchets est mise en place dans une nouvelle cellule, les surfaces qui ne contiennent pas encore de déchets ne sont pas incluses dans la compilation de lixiviat puisqu'elles sont à ce moment raccordées au réseau pluvial (voir description technique de l'aménagement des cellules à la section 2.4.2). Nous avons également considéré l'utilisation de membrane temporaire sur certaines faces d'appuis des cellules. Le recours à de telles membranes permet de réduire de façon appréciable la production de lixiviat dans le cas de certaines portions de cellules pour lesquelles la cellule adjacente ne sera pas exploitée rapidement (ex : face ouest de la cellule no 1 du côté de la cellule n° 4).

En compilant les valeurs de production mensuelles moyennes de lixiviat par unité de surface avec les conditions d'évolution du site, les productions moyennes mensuelles de chacune des années d'opération peuvent être obtenues. Le tableau 2-7 ci-après fournit donc ces valeurs de même que les moyennes annuelles.

Il est intéressant de noter que pour établir le volume de lixiviat à traiter nous avons considéré le scénario no 1 quant aux quantités de matières résiduelles qui seront acheminées au LET. Avec ce scénario la durée de vie du site est moindre et les superficies annuelles des cellules sont supérieures provoquant ainsi une plus grande production annuelle de lixiviat. Ce scénario est donc sécuritaire en terme d'évaluation du besoin de la station de traitement du lixiviat.

L'analyse des données du tableau 2-7 indique qu'un débit moyen annuel de 14 500 m³ permettrait de répondre à la demande théorique de toute la période active et de post fermeture du site.

Tableau 2-7 : Production des eaux de lixiviation

Année d'opération	Moyenne mensuelle (m ³)	Moyenne annuelle (m ³)
1	502	6 029
2	685	8 220
3	771	9 247
4	736	8 833
5	716	8 594
6	713	8 556
7	783	9 398
8	713	8 552
9	776	8 312
10	702	8 420
11	757	9 078
12	735	8 816
13	730	8 760
14	742	8 898
15	795	9 544
16	724	8 685
17	813	9 750
18	826	9 908
19	882	10 587
20	970	11 643
21	1067	12 802
22 (note 1)	1184	14 209
23 (note 2)	527	6 320
24	476	5 709

Notes : 1- Dernière année des opérations d'enfouissement.

2- Année où le recouvrement final est complété.

Cependant si l'on analyse plus en détail les résultats de production annuelle globale de lixiviat, on réalise qu'une capacité de traitement de 12 000 m³ par année serait adéquate à l'exception des deux (2) dernières années d'exploitation active du LET. À ce moment le débit théorique annuel de lixiviat devrait se situer entre 12 800 et 14 210 m³. Au-delà de cette période la production annuelle diminue significativement pour atteindre environ 6 000 m³. Si l'on considère les limitations de la méthode théorique qui repose essentiellement sur la projection dans le temps d'une séquence d'exploitation du site, la station de traitement devrait être conçue telle que suit :

- capacité d'entreposage du lixiviat non traité basée sur une production annuelle maximale de 14 500 m³;
- capacité de traitement annuel de 14 500 m³.

De cette façon la capacité d'entreposage et celle de traitement seront dimensionnées pour répondre au volume théorique maximal de lixiviat. En construisant la portion « traitement du lixiviat » pour une capacité de 14 500 m³, on assure une capacité de traitement excédentaire appréciable par rapport au volume théorique pour les dix-huit (18) premières années.

2.4.3.3 Description du système de traitement

Généralités

Tel que mentionné en introduction la conception technique de la station de traitement des eaux de lixiviation, au stade actuel de la démarche, comporte certains éléments de variabilité qui pourraient influencer certaines composantes ou le mode de fonctionnement. En effet et tel que mis de l'avant depuis quelques années par le MENV le traitement des eaux de lixiviation doit être défini et conçu de façon à assurer un rejet adapté à la capacité d'accueil du milieu récepteur. Ainsi certains critères minimaux de qualité du rejet sont communs à toutes les installations, et des objectifs environnementaux de rejet (OER) sont établis en fonction de la composition du liquide à rejeter et des caractéristiques du milieu récepteur. La chaîne de traitement est fonction des exigences de rejet à viser et donc spécifique à chaque LET. La MRCVO mettra en place les équipements de traitement nécessaires pour respecter les exigences quant aux objectifs environnementaux de rejet. Au stade actuel du concept technique et à partir d'installations de traitement récemment construites, il est possible d'établir la chaîne préliminaire de traitement. À celle-ci pourraient se greffer des ouvrages supplémentaires permettant de respecter le mode de rejet établi par les OER (ex : bassin d'entreposage du lixiviat traité pour respecter les débits maximaux de rejet en certaines périodes etc.). Les sections suivantes décrivent donc les principales composantes des ouvrages de traitement et le mode de fonctionnement proposé.

Chaîne de traitement proposé

La chaîne préliminaire de traitement comportera trois (3) composantes principales soient :

- un bassin d'accumulation et d'égalisation du lixiviat brut;
- des étangs aérés avec zone de décantation;
- un système de polissage de l'effluent avant rejet.

À ces ouvrages viendront se greffer les structures de contrôles, de transfert du lixiviat et de mesures nécessaires au bon fonctionnement du traitement et à son suivi.

Mode de fonctionnement

La station de traitement sera opérée de façon à respecter les exigences de rejet en terme de qualité des eaux et débit selon la période de rejet, tel que mentionné ci-avant.

Le traitement du débit annuel de lixiviat généré devrait être réalisé sur une période approximative de 180 jours entre les 1^{er} mai et le 31 octobre. En effet et selon toute vraisemblance, le traitement avec rejet en hiver est difficilement envisageable étant donné l'efficacité moindre des équipements durant cette période et en particulier à ce qui a trait à l'enlèvement de l'azote ammoniacal. Ce paramètre important pour le maintien de la qualité du milieu environnant est difficile à traiter en condition d'eau froide. Cela favorise le traitement en période estivale lorsque le traitement complet des eaux est effectué sur le site du LET. Hors de la période de traitement proprement dite, le lixiviat sera accumulé dans le bassin prévu à cette fin.

Basé sur un besoin de 14 500 m³, les portions aérées et de polissage du traitement seront donc conçues pour traiter un débit journalier ajusté de 80,6 m³ sur la période prévue de 180 jours.

Contrôle des opérations

L'ensemble des opérations de la station incluant le poste de relèvement à la sortie des cellules d'enfouissement, seront gérées par des automates programmables qui assureront le respect et la régularisation des débits selon les valeurs permises. Les opérations et détections d'alarme pourront être observées et/ou identifiés à partir d'un poste de contrôle central.

Capacité du bassin d'accumulation brut

La capacité minimale utile du bassin d'accumulation du lixiviat brut a été établit à partir de la courbe de production du lixiviat pour l'année maximale de 14 500 m³. La répartition de cette production à l'intérieur d'une année a été établit à partir des modèles prévisionnels tout en favorisant une capacité d'accumulation suffisante en période critique, soit lors de la période de remise en fonction du traitement au début mai, de la façon suivante.

Tableau 2-8 : Répartition annuelle de la production brut

<u>Mois</u>	<u>(%)</u>	<u>Mois</u>	<u>(%)</u>
Janvier	5	Juillet	7
Février	5	Août	7
Mars	5	Septembre	11
Avril	13	Octobre	8
Mai	13	Novembre	9
Juin	9	Décembre	8
		TOTAL	100

Nous avons donc tracé la courbe de production à partir du 1^{er} novembre, date à laquelle le traitement sera mis hors service pour la période hivernale selon cette répartition et soustrait le volume traité mensuellement au débit maximal 80,6 m³/d entre le 1^{er} mai et le 31 octobre.

Ainsi au 1^{er} mai le volume de production est de 6 525 m³ et le volume traité est de 0 m³ pour un besoin d'accumulation de 6 525 m³. Au 1^{er} juin la production cumulée depuis le 1^{er} novembre est de 8 410 m³ et le volume traité de 2 499 m³ pour un besoin d'accumulation de 5 911 m³. Pour les mois suivants l'écart diminué et la courbe de traitement rejoint celle de production au 31 octobre. À ce volume nous avons ajouté une provision pour les boues et la glace et avons retenu un volume utile de 7 504 m³.

Charge contaminante de conception et rendement des étangs aérés

Les charges contaminantes moyennes retenues pour la conception des ouvrages sont telles que suit :

- DBO₅ : 8 000 mg/L.
- DCO : 11 000 mg/L.
- NH₄ : 350 mg/l.

Au niveau du rendement, la DBO₅ est considérée comme le paramètre représentatif pour établir le rendement des ouvrages et le temps de rétention hydraulique pour ce faire. L'utilisation de l'équation de réaction cinétique *d'Eckenfelder* (voir ci-après) a été retenue pour établir le rendement des ouvrages au débit journalier de 80,6 m³/d.

$$\frac{S_e}{S_0} = \frac{1 \cdot F_c}{1 + K_T \cdot t}$$

$$K_T = K_{20^\circ} \cdot \theta^{(T-20)}$$

où

F_c = Facteur de correction (1,05 pour les 2 premiers bassins)

K_{20° = 0,22 (eaux de lixiviation)

S_0 = DBO₅ à l'affluent (mg/L)

S_e = DBO₅ à l'effluent (mg/L)

T = Température des eaux à traiter (°C)

t = Temps de rétention hydraulique (jours)

θ = 1,065

La température de l'eau influence la "vitesse" de la réaction et l'efficacité de l'enlèvement. La température du lixiviat varie de façon significative durant la période de traitement de 180 jours. Cette température est également influencée par la réaction qui se produit dans les étangs. Ainsi la température initiale au printemps peut se situer à environ 0,5 °C et atteindre plus de 20 °C vers la fin de la période estivale (début automne).

Notre conception préliminaire nous a permis d'établir qu'un temps de rétention hydraulique se situant au environ de soixante (60) jours serait adéquat pour réduire efficacement la charge contaminante. Les rendements anticipés par un système constitué de bassin aéré (à définir préalablement lors de la demande de certificat d'autorisation) seraient tel que suit :

Tableau 2-9 : Rendements anticipés

<u>Bassin</u>	<u>Printemps</u>	<u>Été</u>	<u>Automne</u>
1. Affluent	8000	8000	8000
Effluent	3684	1991	1991
2. Affluent	3684	1991	1991
Effluent	1427	495	495
3. Affluent	1427	495	495
Effluent	338	117	129

Les rendements anticipés ne tiennent pas compte d'une réduction probable de la charge contaminante (DBO₅) dans le bassin d'accumulation en tête de traitement.

Besoins en oxygène

À partir des charges en DBO₅ enlevés et en considérant que l'effluent du traitement aéré serait de l'ordre de 100 mg/l en azote (NH₄), nous avons établi les besoins en oxygène. Des besoins de 2,25 kg d'oxygène par kilogramme de DBO₅ et de 6,0 kg d'oxygène par kilogramme de NH₄ enlevés, ont été retenus. En considérant que chacun des bassins pourrait permettre la nitrification de 50 % de la charge en NH₄, cela se traduit avec un besoin SOR (kg O₂/hr) de 79,8 pour le bassin 1, de 31,8 pour le bassin 2 et de 18,0 pour le dernier bassin. Le rapport AOR/SOR préliminaire retenu est de l'ordre de 0,6. Les conditions critiques d'enlèvement à température élevée seront validés pour le premier bassin afin d'éviter un déficit d'oxygène dans ces conditions.

De plus pour favoriser l'enlèvement de l'azote ammoniacal, le taux d'oxygène dissout sera ajusté à environ 4,0 mg/l dans le dernier bassin du traitement aéré notamment.

Système de polissage

À la sortie de la portion aérée du traitement les eaux seraient acheminées vers un système de polissage de façon à tendre vers les objectifs environnementaux de rejet (à valider selon les OER). Nous considérons au stade actuel, que le système de polissage pourrait être de type filtration sur tourbe comprenant un premier polissage sur réacteurs composites et un second polissage par lit de tourbe à biofiltration. Le nombre approximatif des réacteurs pour un débit journalier de 80,6 m³ serait de 340 en considérant une charge unitaire de 475 l/m²/d. Les réacteurs seraient répartis en zones assurant un dosage uniforme et régulier sur un cycle de 24 heures à une fréquence d'alimentation de 30 minutes (± 48 doses par jour). Dans le cas du lit de biofiltration la superficie approximative du milieu filtrant sera de 540 m² selon un taux de charge de 150 l/m²/d. De même façon que pour le 1^{er} polissage, le lit de biofiltration serait divisé en zones assurant un dosage régulier et uniforme selon une fréquence approximative de 48 doses par cycle de 24 heures. Les équipements de pompage permettraient le dosage de ces unités de polissage.

2.4.4 Travaux d'aménagement du système de contrôle et de gestion du biogaz

2.4.4.1 Production du biogaz

Le volume des biogaz généré par le LES actuel et le LET proposé est difficilement quantifiable de façon précise compte tenu du nombre important de facteurs affectant la production des biogaz dont, entre autres, la nature, la teneur en eau et l'épaisseur des déchets enfouis. Cependant, l'utilisation du logiciel *Landfill Gas Emission Model* (LandGEM, version 2.0) permet d'obtenir une estimation réaliste de la production de biogaz dans le temps. Ce logiciel, développé par le *Control Technology Center* de l'USEPA, est largement utilisé dans le domaine.

Le logiciel LandGEM permet d'estimer la production de biogaz résultant de la biodégradation des matières résiduelles enfouies. La décomposition anaérobie des matières résiduelles produit des biogaz. Au cours de leur migration au travers des matières résiduelles vers la surface, ces biogaz balayent des composés organiques autres que le méthane ainsi que d'autres polluants. Le modèle estime par défaut que le biogaz produit est composé de 50 % de méthane (CH₄) et de 50 % de dioxyde de carbone (CO₂), avec des traces de plusieurs autres composés organiques.

Ce logiciel utilise une série de valeurs par défaut basée sur des facteurs de production de la *Compilation of air pollutant emission factors, AP-42* de l'USEPA. Ces valeurs par défaut permettent d'obtenir des valeurs de production représentatives. Les données spécifiques au site, nécessaire à la modélisation, sont la capacité totale du site et le tonnage enfouis annuellement.

Dans ce cas-ci, la modélisation de la production du biogaz doit tenir compte de la production du site actuel combinée à la production du LET projeté. La capacité totale du site actuel (estimé au moment de sa fermeture prévue pour fin 2004) est de 274 641 tonnes. Le tonnage enfouis annuellement utilisé pour la modélisation provient des données de pesée pour les années 1997 à 2001 tandis qu'une moyenne de ces années a été utilisée pour les années 1991 à 1996 et 2002 à 2004. Pour le LET projeté, la capacité totale utilisée est de 957 692 tonnes (1 473 373 m³ à un taux de compaction de 0,65 t/m³, incluant le recouvrement journalier) tandis que la projection du tonnage enfouie annuellement retenue est celle du scénario réaliste n° 1. Ce scénario, correspondant à une durée d'exploitation d'environ vingt-deux (22) ans, a été retenu étant donné qu'il représente la situation de production maximale du biogaz (versus le scénario réaliste n° 2).

Le tableau 2-10 suivant présente la production estimée de biogaz qui a été et qui sera générée au LET de la MRC de Vallée-de-l'Or depuis l'implantation du LES actuel ainsi que pour toute la durée d'exploitation ainsi que pour une période de vingt-cinq (25) ans après la fermeture du LET projeté. Au-delà de cette période, il est clairement établi que la production de biogaz continue à décroître graduellement.

Selon l'hypothèse de base, le biogaz total comprend essentiellement 50 % de méthane (CH₄) et 50 % de dioxyde de carbone (CO₂). Les autres gaz sont présents en quantité beaucoup plus faible et donc négligeable en ce qui a trait au volume total. Les composés soufrés comprennent le sulfure d'hydrogène (H₂S), le méthyl-mercaptan (CH₃SH) et le diméthyl-sulfureux ((CH₃)₂S).

L'année de production maximale pour la combinaison des deux sites correspond à l'année de fermeture du site (2027). La production totale de biogaz est alors estimée à 5 792 000 m³ pour cette année.

Tableau 2-10 : Estimation du volume de biogaz produit

Année d'opération	Biogaz généré (m ³)	Biogaz généré (m ³ /min.)	Année d'opération	Biogaz généré (m ³)	Biogaz généré (m ³ /min.)
1992	156 940	0,30	2025	5 534 000	10,53
1993	307 800	0,59	2026	5 664 000	10,78
1994	452 600	0,86	2027	5 792 000	11,02
1995	591 800	1,13	2028	5 644 000	10,74
1996	725 600	1,38	2029	5 422 000	10,32
1997	854 000	1,62	2030	5 210 000	9,91
1998	1 009 200	1,92	2031	5 006 000	9,52
1999	1 148 800	2,19	2032	4 810 000	9,15
2000	1 259 800	2,39	2033	4 622 000	8,79
2001	1 344 000	2,56	2034	4 440 000	8,45
2002	1 418 400	2,70	2035	4 266 000	8,12
2003	1 519 800	2,89	2036	4 098 000	7,80
2004	1 617 200	3,08	2037	3 938 000	7,49
2005	1 710 600	3,25	2038	3 784 000	7,20
2006	2 032 000	3,87	2039	3 636 000	6,92
2007	2 336 000	4,44	2040	3 492 000	6,64
2008	2 620 000	4,98	2041	3 356 000	6,39
2009	2 888 000	5,49	2042	3 224 000	6,13
2010	3 136 000	5,97	2043	3 098 000	5,89
2011	3 368 000	6,41	2044	2 976 000	5,66
2012	3 584 000	6,82	2045	2 860 000	5,44
2013	3 780 000	7,19	2046	2 748 000	5,23
2014	3 962 000	7,54	2047	2 640 000	5,02
2015	4 128 000	7,85	2048	2 536 000	4,82
2016	4 278 000	8,14	2049	2 436 000	4,63
2017	4 426 000	8,42	2050	2 342 000	4,46
2018	4 572 000	8,70	2051	2 250 000	4,28
2019	4 714 000	8,97	2052	2 162 000	4,11
2020	4 856 000	9,24	2053	2 076 000	3,95
2021	4 996 000	9,51	2054	1 995 000	3,80
2022	5 132 000	9,76	2055	1 916 800	3,65
2023	5 268 000	10,02	2056	1 841 600	3,50
2024	5 402 000	10,28	2057	1 769 400	3,37

Le tableau 2-11 présente les résultats pertinents pour la modélisation de la dispersion des biogaz. Les résultats complets de la modélisation sont joints dans l'étude d'impact.

Tableau 2-11 : Résultats pertinents

Année	Quantité de déchets en place				Biogaz total m ³	Méthane t/an	Composés soufrés t/an	
	site existant		site projeté					
	tonnage t	superficie m ²	tonnage t	Superficie M ²				
Scénario réaliste no 1								
avant site projeté	2005	274 641	92 183	0	0	1 710 600	570.6	0.129174
Production max.	2027	274 641	92 183	943 323	145 280	5 792 000	1 932	0.437260

2.4.4.2 Dispersion du biogaz

Les résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique du biogaz sont présentés dans un rapport distinct en annexe dans l'étude d'impact.

2.4.4.3 Ouvrages de contrôle de la migration du biogaz

L'exploitant d'un lieu d'enfouissement technique doit mettre en place des ouvrages permettant de contrôler, de capter et d'évacuer ce biogaz. Ainsi, au site de la MRC de Vallée-de-l'Or, le concept proposé pour la gestion de ce type de nuisance comprendra des ouvrages destinés à minimiser la migration hors site des biogaz ainsi qu'un système d'évacuation et de gestion du biogaz. Cette section présente donc une description des aménagements envisagés pour la gestion et le contrôle du biogaz.

Le contrôle de la migration sera assuré principalement par les ouvrages de confinement des cellules. En effet, l'aménagement d'un système de protection imperméable sur le fond des cellules d'enfouissement permettra de contrôler la migration du biogaz dans les dépôts meubles environnants. Mentionnons également le fait que l'eau souterraine est proche de la surface et qu'elle représente une barrière verticale efficace contre la migration du biogaz. De même, le recouvrement final imperméable, lorsque mis en place, agira également comme une barrière évitant ainsi la dispersion incontrôlée du biogaz dans l'atmosphère.

La combinaison de ces deux (2) types d'aménagement permettra donc de confiner le biogaz à l'intérieur des cellules d'enfouissement. Des descriptions de l'ensemble de ces ouvrages (système d'imperméabilisation et recouvrement final) sont présentées à la section 2.4.2 de ce document.

2.4.4.4 Système d'évacuation et de gestion du biogaz

Compte tenu de la capacité totale du futur site qui est inférieure à 1 500 000 m³ ou à 50 000 t.m. par année, le système proposé pour l'évacuation des biogaz est un système passif. Ce choix tient compte également de la localisation du site dans un secteur isolé et de l'éloignement de celui-ci par rapport aux résidences.

Le plan 6 présenté à l'annexe 3 montre la vue en plan du système d'évacuation du biogaz proposé. Le principal objectif de ce système est d'empêcher la migration hors-site du biogaz et leur émission incontrôlée dans l'atmosphère, et ce en favorisant leur évacuation de la masse de déchets solides et le contrôle de la qualité de l'air. Le système proposé est de type passif et ne comprend que des puits de ventilation naturelle.

L'espacement entre les puits a été établi de manière à s'assurer d'avoir environ un puits de ventilation par surface de 3 000 à 3 500 m².

Chaque puits sera construit avec un cylindre vide entouré d'un matériel poreux. Le cylindre sera en PVC, de 200 mm de diamètre avec fentes, entouré d'un milieu poreux de gravier propre et arrondi de 20 à 75 mm de diamètre environ. Les détails de ce puits sont présentés aux plans de l'annexe 3. L'horizon poreux sert à accroître la surface de contact et prolonger la durée de vie du puits en minimisant le colmatage.

2.4.4.5 Contrôle de la qualité de l'air

Le *Projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles* stipule que la concentration de méthane contenu dans le biogaz produit par le LET ne doit pas dépasser 25 % de sa limite inférieure d'explosivité, soit 1,25 % par volume, lorsqu'il est émis ou parvient à migrer et à s'accumuler dans les endroits suivants :

1. À l'intérieur des bâtiments ou installations, autres que les systèmes de captage ou de traitement du lixiviat et du biogaz, qui sont situés dans les limites du lieu;
2. dans le sol aux limites du lieu.

Pour rencontrer ces exigences des échantillons d'air seront prélevés et analysés et des puits de surveillance seront construits en périphérie du site d'enfouissement technique. La localisation des puits de surveillance en question figure au plan 3 de l'annexe 3. Les détails de construction de ces puits de surveillance du biogaz sont présentés au plan 11. En outre tous les bâtiments seront équipés de système de détection et d'alarme permettant d'assurer la sécurité et la protection du public et des employés.

Si les analyses effectuées révélaient la présence de problèmes quant aux concentrations en méthane, plusieurs options peuvent être envisagées notamment le brûlage de biogaz ou la construction de tranchées de contrôle. Le cas échéant, le plan d'intervention sera mis en branle immédiatement et les mesures correctives seront présentées au MENV pour autorisation. Il va de soi que pour les bâtiments, le plan d'intervention impliquera notamment l'évacuation immédiate et la ventilation de ceux-ci.

2.5 MODE D'EXPLOITATION ET GESTION DU LET

2.5.1 Mode d'exploitation

2.5.1.1 Généralités

L'exploitation du site sera réalisée de façon progressive en développement des phases d'aménagement de la zone d'enfouissement proprement dite, d'une durée approximative de trois (3) à quatre (4) ans.

Tel que montré aux plans, les activités d'enfouissement se dérouleront à l'intérieur d'une cellule unique à l'exception des endroits où la géométrie des installations et la faisabilité des opérations pourraient nécessiter d'exploiter plus d'une cellule à la fois. Tel que précisé auparavant, la base de développement du site a été de diviser la zone d'enfouissement en cellules annuelles. Cette mesure assure un contrôle plus efficace au niveau de la production du lixiviat notamment et facilite le suivi des ouvrages.

2.5.1.2 Devis d'exploitation

Le lieu d'enfouissement technique de la MRC de Vallée-de-l'Or sera exploité conformément à un devis qui regroupera les procédures d'opération proprement dites, les spécifications relatives au suivi environnemental, aux mesures et aux contrôles concernant la santé et la sécurité et le monitoring sur le site, ainsi qu'à différentes autres mesures de contrôle qui seront appliquées tout au long des opérations du site d'enfouissement. Le volet spécifique de l'enfouissement des matières résiduelles sera réalisé en régie interne ou confié à un entrepreneur externe.

Les sections suivantes résument les principales mesures qui contrôleront l'opération.

2.5.1.3 Inspection des matières reçus

Une surveillance sera exercée en continu pour vérifier la nature et la provenance des résidus apportés sur le site. En dehors des heures d'ouverture ou en l'absence de préposés aucun véhicule n'aura accès au site d'enfouissement. La MRC de Vallée-de-l'Or engagera au besoin le personnel nécessaire pour effectuer le contrôle des opérations, des entrées des véhicules et des matières.

2.5.1.4 Procédure d'opération

Toutes les matières résiduelles seront dirigées vers les fronts de décharge sur une base journalière. Les matières seront placées contre le talus formé par les matières reçus la journée antérieure. La première rangée servira de guide de placement des résidus des autres rangées. Dans chaque rangée, les cellules seront construites de façon à avoir une longueur minimale nécessaire pour contrôler les opérations, mais de longueur suffisante pour fournir assez d'espace pour le déchargement et l'opération des équipements. Un répartiteur dirigera, au besoin, les camions au front de décharge.

La première couche de déchets sera étendue sur une épaisseur d'environ 3 mètres et ne sera pas compactée outre le passage de véhicules.

Pour les couches supérieures, les déchets seront déposés au pied du front de décharge, étendus vers le haut dans des couches de l'ordre de 50 centimètres d'épaisseur et seront compactés avec un minimum de 4 à 6 passes afin d'obtenir une densité moyenne en place se situant entre 600 kg/m^3 et 700 kg/m^3 incluant le recouvrement journalier. L'épaisseur totale des couches de déchets solides n'excédera pas 3 mètres avant la mise en place de la couche de recouvrement journalier. Les pentes au front de décharge seront maintenues stables.

Le recouvrement journalier aura une épaisseur minimale de 20 centimètres. L'utilisation de recouvrement journalier alternatif est également envisagée de façon à optimiser la durée de vie des ouvrages et à faciliter l'opération. En utilisant le recouvrement alternatif, le recouvrement avec 20 centimètres de matériaux granulaire serait effectué sur une base hebdomadaire.

Pour effectuer le contrôle, les exploitants du site tiendront un registre annuel d'exploitation dans lequel seront conservées les informations relatives aux mesures de contrôle et de surveillance énumérées à l'article 30 du *Projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles*.

2.5.1.5 Contrôle des incendies

Tout équipement et véhicule utilisés sur le site seront équipés d'extincteurs pour le feu. Tout le personnel sera entraîné dans les procédures de contrôle du feu. Tout feu pouvant se déclarer accidentellement sur le site sera éteint par le personnel utilisant le sol en place. De plus, les équipements de premiers soins sont disponibles sur les équipements lourds et au moins un employé possédant une formation de base en premiers soins est présent à tout moment durant la période d'exploitation.

2.5.1.6 Contrôle de l'éparpillement des matières résiduelles

La collection et la disposition de toute matière résiduelle sur le site d'enfouissement, le long des chemins d'accès à l'intérieur du site et toute matière qui pourra par erreur quitter le site sera effectué quotidiennement. L'éparpillement des matières sur le site sera minimisé en utilisant des techniques d'enfouissement adéquates. Le front de déchargement sera gardé au minimum et le couvert sera appliqué avec diligence tel que décrit précédemment. Une clôture pare-papier sera mise en place autour des aires opérationnelles.

2.5.1.7 Contrôle des poussières

La poussière sera contrôlée par l'application appropriée d'abat-poussières et l'utilisation de végétation compatible ou d'autres méthodes reconnues.

2.5.1.8 Nettoyage du réseau de collecte du lixiviat

Les drains de collecte du lixiviat seront nettoyés selon la fréquence requise pour assurer une opération efficace du site et maintenir une tête d'eau sur la membrane primaire inférieure à 300 mm. La méthode utilisée sera du type « jet hydraulique à haute pression » ou autres méthodes applicables.

Parmi ces méthodes alternatives, notons l'utilisation d'unités motorisées qui tirent la tête du jet hydraulique et fournit l'énergie requise pour combattre le frottement et augmenter la longueur de pénétration. Également la possibilité de passer un câble, si requis, entre les accès, soit avec un système de caméra motorisé ou avec une vrille. Ce câble servirait ensuite à tirer la tête du système de jets hydrauliques et permettre d'atteindre des distances plus grandes.

2.5.1.9 Protection de la qualité de vie

Outre les éléments décrits ci-avant, le mode d'exploitation sera effectué de façon à :

- limiter le dégagement d'odeurs;
- réduire le niveau de bruit;
- améliorer l'aspect visuel;
- protéger la santé et la sécurité du personnel.

Pour ce faire, les principales mesures seront de maintenir le front de décharge le plus petit possible et de procéder à la mise en place du recouvrement journalier dès que possible à l'aide des matériaux granulaires ou de recouvrement alternatif conforme à la réglementation.

La mise en place, aussitôt que possible, du recouvrement final sur les pentes extérieures de la portion en remblai du site s'ajoute à ces mesures d'adoucissement.

Dans les cas du biogaz, composé principalement de dioxyde de carbone et de méthane, les procédures de contrôle sont telles que décrites précédemment et au chapitre 3 « MESURE DE SURVEILLANCE ET DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL ».

En ce qui a trait à la protection de la santé et de la sécurité du personnel, des mesures seront instaurées et le personnel sera sensibilisé aux risques associés à un lieu d'enfouissement technique. Des équipements tels que des détecteurs de gaz pour les bâtiments et de protection incendie et odeurs seront mis en place.

2.5.1.10 Fermeture du site

Le réaménagement progressif et la fermeture seront effectués dès que la cellule sera remplie conformément aux indications des plans et aux profils proposés. Il est prévu de mettre en place le recouvrement final lors de la saison de construction la plus rapprochée.

Ces opérations se répéteront progressivement sur l'ensemble du site jusqu'à la fin des opérations. Des pentes sont prévues sur toute la surface finie du site. L'aménagement des pentes se fait progressivement au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Dans le cas du réaménagement progressif, il est prévu de ne jamais laisser les déchets plus de soixante (60) jours avec le seul recouvrement journalier (à l'exception de la période du 1^{er} décembre au 1^{er} avril). Une nouvelle couche de déchets solides ou une couche de drainage de 30 centimètres d'épaisseur de matériaux conformes aux exigences du recouvrement final, sera mise en place avant la fin de ce délai.

Étant donné la séquence de remplissage des cellules, il arrivera qu'une ou deux façades de celle-ci doivent être recouvertes d'un couvert temporaire. Ce couvert sera composé d'une membrane géosynthétique de faible perméabilité conçue pour ce genre d'application et sera retirée aussitôt que la poursuite des opérations de ce secteur sera rendue possible.

2.5.1.11 Mode de gestion

La gestion du LET sera sous la responsabilité et la supervision directe de la MRCVO. Tel que mentionné auparavant, l'exploitation quant à elle, sera soit confiée par contrat à une entreprise spécialisée et dont les responsabilités et termes de référence seront contenus dans le devis d'exploitation ou effectués par la MRCVO directement. Dans le cas où l'exploitation est cédée par contrat renouvelable, des membres du personnel de la MRC superviseront la bonne marche des opérations.

3 MESURES DE SURVEILLANCE ET DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL

3.1 GÉNÉRALITÉS

Des programmes de surveillance et de suivi environnemental seront mis en place à partir de la phase de conception détaillée des ouvrages jusqu'à une période minimale de trente (30) ans après la fermeture du site. Ces programmes visent à identifier l'ensemble des mesures qui devraient être respectées, certifiées et suivies durant cette période.

3.2 SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

Le programme de surveillance environnementale vise à s'assurer que les mesures d'atténuation identifiées lors de l'analyse des impacts, les contrôles et l'ensemble des travaux et des opérations sont exécutés conformément aux conditions d'autorisation. Ces mesures comprennent plusieurs volets et seront sous la responsabilité générale de la MRCVO. De façon plus particulière, quatre (4) phases distinctes feront l'objet de cette surveillance environnementale à savoir :

- la phase de conception;
- la phase de construction;
- la phase d'opération;
- la phase postfermeture.

3.2.1 Phase de conception

Au cours de cette phase, la surveillance visera en premier lieu à confier la conception et la confection des plans et devis à des professionnels possédant les qualifications et l'expérience dans ce genre d'installation. De cette façon, l'ensemble des mesures contenues dans le rapport d'étude d'impact qu'elle soit technique, réglementaire ou autres, sera adressé à l'aide de méthodes et procédés de calculs reconnus durant la conception des plans, devis et documents d'appel d'offres.

De la même façon, les prescriptions et exigences du certificat d'autorisation du MENV pourraient être adressées adéquatement durant cette même étape de conception. Finalement, l'ensemble des démarches et autorisations légales et réglementaires sera intégré à cette étape du processus de surveillance environnementale.

3.2.2 Phase de construction

La surveillance de cette phase vise à s'assurer que l'ensemble des prescriptions contractuelles soit mis de l'avant. Elle touche aux principaux éléments suivants :

- la fabrication et la qualité des matériaux composants les ouvrages;
- la qualité des méthodes d'installation et de mise en place;
- le respect des documents de construction (plans et devis).

L'ensemble des travaux sera exécuté sous la surveillance de professionnels qui verront à s'assurer du respect des prescriptions des documents et de la conformité des ouvrages. Cette conformité fera l'objet d'un rapport de certification lorsque les ouvrages seront complétés et ce, pour chacune des phases de développement. Dans le cas de la construction des cellules proprement dites, elles seront régies par un manuel de contrôle qualitatif. Ce document précise notamment :

- les procédures et normes de qualifications des installateurs, laboratoires, etc.;
- l'ensemble des mesures de contrôle et de vérification depuis la fabrication jusqu'au moment où l'installation est complétée;
- toutes les procédures de déploiement et d'installation autorisée;
- toutes les procédures d'essai in situ et hors-site, les normes d'acceptabilité;
- le rôle des intervenants;
- les procédures à suivre en cas de problème et de non respect des normes pour corriger ces déficiences.

Tous les autres éléments des ouvrages feront l'objet d'une surveillance et d'essais au besoins afin de s'assurer que les travaux soient réalisés selon les règles de l'art en conformité avec les plans, devis, lois et règlements applicables. Outre ces mesures, le programme de surveillance inclura diverses actions connexes telles que :

- établir et appliquer les procédures d'urgence en cas de contamination accidentelle (ex. : déversement d'hydrocarbures);
- s'assurer que l'ensemble des lois et règlements dont la juridiction touche aux travaux, soit appliqué et respecté tout au long des travaux.

De façon plus précise un programme d'assurance et de contrôle de la qualité complet portant sur les intervenants, les matériaux et les travaux de construction qui sera implanté, comprendra deux (2) volets à savoir :

- Volet 1 : L'application d'un devis d'assurance qualité spécifique à tous les travaux des systèmes d'imperméabilisation.
- Volet 2 : La surveillance des travaux de l'ensemble des ouvrages à construire.

Dans le cas du volet 2, il s'agit de la surveillance avec résidence permanente visant à s'assurer du respect des exigences sur les matériaux et sur l'exécution de la totalité des ouvrages qui seront construits. Dans le cas du volet 1, le devis d'assurance qualité général qui sera mis en place pour la construction des systèmes d'imperméabilisation est présenté à l'annexe 2. Ce devis s'inspire du guide technique préparé par l'EPA en septembre 1993 et s'intitule «*Technical guidance document. Quality assurance and quality control for waste containment facilities.*»

3.2.3 Phase d'opération

Afin de s'assurer que les opérations soient conformes aux prescriptions des documents (plan et devis) et des exigences du certificat d'autorisation, l'opération du site sera régi par une devis d'exploitation. Ce document décrira l'ensemble des procédures d'exploitation proprement dite et des opérations connexes, les procédures du suivi environnemental, les normes, les procédures spéciales, les lois et les règlements d'application et tous les autres éléments visant à s'assurer d'une opération conforme et réglementaire du LET.

Ce devis sera appliqué directement par la MRCVO dans le cas où cette dernière exploitera le site. Dans l'optique où l'exploitation est cédée à contrat, la MRCVO supervisera l'application et le respect du devis d'exploitation.

3.2.4 Phase postfermeture

Le programme de suivi et de surveillance environnementale sera maintenue pour la période postfermeture en conformité avec les articles 86 et 87 du projet de règlement (version 25 octobre 2000). Au cours de cette période d'exécution des campagnes d'échantillonnages, d'analyses et de mesure se rapportant aux eaux et au biogaz seront réalisées.

3.3 PROGRAMME DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL

3.3.1 Généralités

Le programme de suivi environnemental visera à s'assurer de l'intégrité des ouvrages et des aménagements et du respect des normes et des règlements. Plus particulièrement le programme touchera aux aspects suivants :

- surveillance de la qualité des eaux souterraines;
- surveillance de la qualité des eaux de surface;
- surveillance de la qualité de l'air;
- surveillance de la qualité du milieu de vie.

Il est important de mentionner toutefois, à cette étape, que la liste des paramètres d'analyse, la fréquence d'échantillonnage et les normes à respecter seront ajustées en fonction des autorisations (certificat de conformité) qui seront délivrés ultérieurement. En effet, et tel que mentionné précédemment, le cadre réglementaire particulier entourant la construction de LET fait en sorte que certaines normes et/ou exigences puissent évoluer. Ainsi, les exigences applicables lors de l'émission des autorisations seront celles pour lesquelles le programme de suivi environnemental sera mis en place.

3.3.2 Durée de l'application

En condition normale, le programme de surveillance débutera dès que l'exploitation du LET sera amorcée et se prolongera pour une période minimale de trente (30) ans après la fermeture complète du site tel que stipulé auparavant.

3.3.3 Transmission des résultats au MENV

En fonction de la fréquence minimale réglementaire de l'échantillonnage, les résultats seront transmis aux autorités du MENV à l'intérieur du délai requis par les conditions d'autorisation.

En cas du non-respect des valeurs limites prescrites par le règlement, la MRCVO transmettra informera par écrit le ministère dans les quinze (15) jours qui suivent celui où elle en a pris connaissance et indiquera les mesures correctives qui ont été ou seront mises en place.

3.3.4 Surveillance des eaux souterraines

3.3.4.1 Localisation et nombre de puits d'observation

La surveillance des eaux souterraines sera réalisée à l'aide de deux (2) réseaux de puits d'observation dédiés respectivement à la zone d'enfouissement des matières résiduelles et à l'aire occupée par le système de traitement des eaux de lixiviation.

Le réseau de surveillance de la zone d'enfouissement comprendra six (6) puits d'observation en aval hydraulique de la zone (PM-1 à PM-5 ainsi que PO 8-02) et quatre (4) puits en amont hydraulique (PM-6, PM-7, P-2 et PO 2-01). Leur localisation est identifiée aux plans en annexe. Des dix (10) puits constituant le réseau de surveillance, trois (3) sont existant tandis que les sept (7) autres seront construit dès la phase initiale d'aménagement.

Pour ce qui est du réseau de surveillance de la zone occupée par la station de traitement, il comprendra trois (3) puits en aval hydraulique de la zone (PM-8 à PM-10) ainsi que deux (2) puits amont hydraulique (PM-4 et PM-5). Les deux (2) puits d'observation en amont correspondent à deux (2) des puits en aval hydraulique de la zone d'enfouissement.

Au total, les réseaux de surveillance comprendront treize (13) puits d'observation. Ce nombre et leur localisation respectent amplement les exigences de l'article 56 du *Projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles* (octobre 2000).

Tous les puits d'observation des deux (2) réseaux de surveillance seront aménagés dans les dépôts meubles étant donné que cette portion de l'aquifère présente les conductivités hydrauliques les plus élevées.

3.3.4.2 Fréquence d'échantillonnage et paramètres d'analyse

Tous les puits d'observation seront échantillonnés trois (3) fois par années, soit au printemps, à l'été et à l'automne. Les paramètres d'analyse pour au moins une série d'analyse seront tels que présentés au tableau 3-1.

Tableau 3-1 : Paramètres d'analyse et de normes maximales

Paramètres	Normes (mg/l)
Azote ammoniacal (exprimé en N)	1,5
Benzène	0,005
Bore (B)	5
Cadmium (Cd)	0,005
Chlorures (en Cl ⁻)	250
Chrome (Cr)	0,05
Coliformes fécaux	0 u.f.c./100 ml d'eau
Composés phénoliques (indice phénol)	0,002
Conductivité électrique	
Cyanures totaux (exprimé en CN ⁻)	0,2
Demande biochimique en oxygène sur 5 jrs (DBO ₅)	3
Demande chimique en oxygène (DCO)	10
Éthylbenzène	0,0024
Fer (Fe)	0,3
Manganèse (Mn)	0,05
Mercure (Hg)	0,001
Nitrates + nitrites (exprimé en N)	10
Plomb (Pb)	0,01
Sodium (Na)	200
Sulfates totaux (SO ₄ ⁻²)	500
Sulfures totaux (exprimé en S ⁻²)	0,05
Toluène	0,024
Xylène (o, m, p)	0,3
Zinc (Zn)	5

Ces valeurs limites ne seront toutefois pas appliquées lorsque les analyses de la qualité des eaux souterraines révéleront qu'avant même leur migration dans les sols où sont situées les zones d'enfouissement et du système de traitement des eaux, ces eaux ne respecteront pas lesdites valeurs. Dans ce cas, la qualité des eaux souterraines ne devra pas, pour les paramètres concernés, faire l'objet d'une détérioration du fait de leur migration sous les composantes visées du lieu.

À cet égard toutefois, mentionnons que selon notre compréhension, le MENV est à élaborer un guide concernant notamment l'échantillonnage des eaux souterraines et la représentativité statistique des mesures de bruit de fond (état zéro). Ce guide servira à définir la variation naturelle du bruit de fond et ainsi pouvoir établir à partir de quelles valeurs le plan d'intervention sera nécessaire. Ce programme d'échantillonnage des eaux souterraines sera bien sûr adapté selon ce guide à venir.

Pour deux (2) des trois (3) campagnes annuelles, le programme analytique portera que sur les paramètres indicateurs suivants:

- composés phénoliques;
- conductivité électrique;
- demande biochimique en oxygène sur 5 jrs (DBO₅);
- demande chimique en oxygène (DCO);
- fer.

Cependant, dès que l'analyse d'un échantillon montrera une fluctuation significative d'un paramètre ou un dépassement d'une valeur limite, tous les échantillons prélevés par la suite dans le puits d'observation en cause feront l'objet d'une analyse complète des paramètres du tableau 3-1, et ce, jusqu'à ce que la situation soit corrigée.

Après une période minimale de deux (2) années complètes, l'analyse des échantillons prélevés exclura les paramètres dont la concentration mesurée dans le lixiviat avant traitement, s'il y a lieu, aura toujours été inférieure aux valeurs limites mentionnées au tableau 3-1, à l'exception des paramètres indicateurs identifiés précédemment (composés phénoliques, conductivité électrique, DBO₅, DCO et fer). Cette réduction des paramètres analysés vaudra tant et aussi longtemps que les analyses annuelles du lixiviat, avant traitement, démontreront que cette exigence sera satisfaite.

Finalement, le niveau piézométrique de l'eau souterraine sera mesuré à chaque puits d'observation, et ce, lors de chaque campagne d'échantillonnage.

3.3.5 Surveillance des eaux de surface

3.3.5.1 Localisation des points d'échantillonnage

Les eaux de ruissellement seront captées par deux (2) réseaux de fossé : un premier entourant la zone d'enfouissement et un second la zone de la station de traitement des eaux de lixiviation. Ces deux (2) réseaux de captage auront chacun leur exutoire. Les points de rejet dans l'environnement correspondent à l'endroit où ces eaux sortent de la zone tampon. Les points d'échantillonnage sont donc situés à ces endroits, tels qu'identifiés aux plans en annexe.

3.3.5.2 Fréquence d'échantillonnage et paramètres d'analyse

Ces points de contrôle seront échantillonnés trois (3) fois par année, soit au printemps, à l'été et à l'automne. Les échantillons seront constitués d'un seul et même prélèvement (échantillon instantané). Les paramètres analysés seront les suivants:

- azote ammoniacal;
- coliformes fécaux;
- composés phénoliques;
- DBO₅;
- matières en suspension;
- zinc;
- pH.

3.3.6 Surveillance des eaux de lixiviation

3.3.6.1 Localisation des points d'échantillonnage

Les différents points d'échantillonnage des eaux de lixiviation seront les suivants:

- niveaux primaire et secondaire de collecte de lixiviat de l'aire d'enfouissement (station de pompage correspondant à l'amont de la station de traitement);
- en aval de la station de traitement (après tout traitement et entreposage).

La localisation des points d'échantillonnage est présentée aux plans.

3.3.6.2 Fréquence d'échantillonnage et paramètres d'analyse

Tous les points d'échantillonnage seront échantillonnés (échantillons instantanés) et analysés une fois par année pour les paramètres du tableau 3-2.

Tableau 3-2 : Paramètres d'analyse et de normes maximales

Paramètres	
Azote ammoniacal (exprimé en N)	Fer (Fe)
Benzène	Manganèse (Mn)
Bore (B)	Matières en suspension
Cadmium (Cd)	Mercuré (Hg)
Chlorures (en Cl ⁻)	Nitrates + nitrites (exprimé en N)
Chrome (Cr)	PH
Coliformes fécaux	Plomb (Pb)
Composés phénoliques (indice phénol)	Sodium (Na)
Conductivité électrique	Sulfates totaux (SO ₄ ⁻²)
Cyanures totaux (exprimé en CN ⁻)	Sulfures totaux (exprimé en S ⁻²)
Demande biochimique en oxygène sur 5 jrs (DBO ₅)	Toluène
Demande chimique en oxygène (DCO)	Xylène (o, m, p)
Éthylbenzène	Zinc (Zn)

En ce qui a trait au rejet des eaux traitées à la rivière Bourlamaque, les paramètres et les limites à respecter seront établis en fonction des objectifs environnementaux de rejet (OER) définis de concert avec le MENV.

3.3.7 Surveillance de l'air

3.3.7.1 Localisation des points d'échantillonnage et de mesure

Le programme de surveillance de l'air vise essentiellement à détecter la migration des biogaz en dehors du site qui peut potentiellement se produire au cours de la vie d'un LET et recourir aux mesures correctives appropriées, le cas échéant.

La surveillance de l'air comportera les types de contrôle et de suivi suivants :

- contrôle et suivi de la migration des biogaz dans la zone non saturée des dépôts meubles en périphérie de l'aire d'enfouissement;
- contrôle et suivi de la migration des biogaz à la surface du recouvrement final ainsi qu'en périphérie de l'aire d'enfouissement;
- contrôle et suivi des biogaz dans les bâtiments et infrastructures à l'intérieur des limites du lieu d'enfouissement technique.

Le contrôle et le suivi de la migration des biogaz dans les dépôts meubles seront assurés par l'aménagement de huit (8) puits de surveillance communément appelés puits de monitoring du biogaz. Ces puits identifiés GP-1 à GP-8 et dont la localisation est présentée sur les plans en annexe, seront placés en périphérie de l'aire d'exploitation et ce afin de détecter tout problème potentiel de migration. L'aménagement de ces puits sera réalisé conformément au schéma présenté au plan de détails.

La surveillance de l'air impliquera un suivi de la migration du biogaz à la surface du recouvrement final ainsi qu'en périphérie de l'aire d'enfouissement. Pour ce faire, l'exploitant du LET verra à réaliser une inspection à l'aide d'un appareil portatif de détection du biogaz.

Le programme de surveillance de l'air inclura également le contrôle et le suivi des biogaz dans les bâtiments et infrastructures, et ce, sur le site ainsi qu'en périphérie. Le contrôle sera réalisé à l'aide d'appareils permanents de détection et d'alarme.

Le programme de surveillance comprendra également le suivi du biogaz dans l'air ambiant et le sol aux limites du LET.

3.3.7.2 *Fréquence d'échantillonnage et paramètres d'analyse*

Pour toutes les mesures du biogaz effectuées lors du programme de surveillance de l'air, l'exploitant notera :

- les concentrations de méthane (CH₄) et de bioxyde de carbone (CO₂);
- la date;
- l'heure;
- la température et la pression atmosphérique;
- la localisation (puits, bâtiments, infrastructures et autres) qui pourra être accompagnée d'un croquis au besoin;
- toutes les informations pertinentes provenant notamment de témoignages, de constatations olfactives et visuelles et autres.

L'échantillonnage des biogaz dans l'ensemble des puits de surveillance (GP-1 à GP-8) sera réalisé un minimum de quatre (4) fois par année afin d'y déceler la présence de méthane et de dioxyde de carbone dans les dépôts meubles non saturés.

Muni d'un appareil portatif de détection des biogaz, l'exploitant du site parcourra une fois par semaine le chemin d'accès périphérique de même que la surface des cellules dont le recouvrement aura été mis en place. De façon continue, ce dernier observera les concentrations de méthane et du dioxyde de carbone et notera les valeurs maximales et leur localisation respectives.

Dans le cas où des concentrations excédant les normes décelées lors du programme de surveillance, l'exploitant devra réaliser de nouvelles mesures afin de vérifier ses données. Dans l'éventualité où cette deuxième vague de mesure confirme les premiers résultats, l'exploitant se conformera aux procédures décrites dans le « PLAN D'INTERVENTION ». Il va de soi que pour les bâtiments et le système de détection permanent, le plan d'intervention sera mis en branle dès le déclenchement d'alarme.

3.3.8 Surveillance de la qualité de vie du milieu

De part leur nature, les programmes de surveillance de la qualité des eaux souterraines, de surfaces, des eaux de lixiviation et de l'air qui ont été décrits aux sections précédentes représentent des mesures destinées à assurer une bonne qualité de vie du milieu pour le public de même que pour les personnes qui y travaillent quotidiennement.

Dans ce dernier cas, plusieurs mesures supplémentaires seront mises en place afin d'améliorer d'avantage la qualité de vie du milieu de travail, dont notamment :

- des campagnes de prévention et de sensibilisation sur la santé et la sécurité du travail;
- la mise en place de détecteurs de biogaz, de trousse de premiers soins et d'extincteur dans tous les véhicules d'exploitation;
- la fourniture de tous les outils ou appareil nécessaires à la réalisation des tâches quotidiennes;
- le maintien en bon état des locaux, équipements, machineries d'exploitation et autres.

Ce programme sera réalisé de façon continue tout long de la durée de vie du LET proposé.

3.4 PLAN D'INTERVENTION ENVIRONNEMENTAL

3.4.1 Généralités

Les programmes de surveillance et de suivi environnemental présenté à aux sections 3.2 et 3.3 permettront de vérifier l'efficacité de l'ensemble des ouvrages destinés au contrôle et à la gestion des nuisances (lixiviats et biogaz) généré par les activités d'enfouissement. Advenant le mauvais fonctionnement de l'un ou de plusieurs de ces ouvrages qui pourrait entraîner la contamination du milieu en périphérie de la zone d'enfouissement, le programme de surveillance permettra alors de détecter ce problème et rendra possible une intervention environnementale rapide. Un plan d'intervention environnemental destiné à remédier au problème détecté doit alors être mis en branle.

Cette section présente une description des interventions environnementales proposées en ce qui concerne une contamination éventuelle des eaux souterraines ou de surface de même que pour une migration des biogaz hors du site. De façon générale, les plans présentés dans les sous-sections suivantes comprennent quatre (4) étapes, soit :

- détermination préliminaire de la zone affectée ou qui pourrait potentiellement l'être;
- détermination plus précise de la zone affectée;
- exécution de travaux préliminaires destinés à contrôler le problème;
- réalisation d'études exhaustives pour solutionner définitivement le problème.

3.4.2 Contamination des eaux souterraines ou de surface

Suite à la détection de concentration de contaminants dépassant les normes dans les puits de surveillance et/ou aux points de contrôle en surface, une évaluation de la zone affectée sera réalisée et ce, en considérant l'hydrogéologie et l'hydrologie locale de même que les sens d'écoulement des différents aquifères. La détermination des principaux utilisateurs de l'eau souterraine ou de surface selon le cas qui pourraient potentiellement être affectés, sera alors réalisée et ce, afin d'être en mesure d'en aviser les personnes et/ou les autorités concernées.

Dans un deuxième temps, des échantillonnages supplémentaires et/ou des travaux de forage qui permettront de mettre en place de nouveaux piézomètres de surveillance, permettront alors de circonscrire de façon plus précise l'étendue de la contamination.

Par la suite, des ouvrages temporaires de contrôle seront mis en place. Selon l'étendue de la zone affectée, plusieurs interventions préliminaires pourront alors être envisagées afin d'arrêter la progression de la contamination. De façon générale, des pièges hydrauliques telles que des puits de pompage et/ou des tranchées de captage creusées dans les dépôts meubles représentent les principales solutions envisagées. Les puits de pompage créeront un cône de dépression qui attirera les eaux contaminées alors que les tranchées de captage agiront comme une barrière physique. Les eaux qui seront ainsi récupérées seront traitées et retournées dans le réseau hydrographique de surface.

Après avoir pris connaissance du problème et avoir réalisé des travaux préliminaires de contrôle, des actions seront entreprises afin de trouver la source de la contamination et de procéder aux travaux correctifs qui s'imposent. Selon l'envergure du problème, une ou plusieurs études exhaustives pourront alors être entreprises dans le seul et unique but de régler de façon définitive le problème de contamination concerné.

3.4.3 Migration du biogaz

La surveillance de la migration des biogaz est l'une des facettes importantes du programme de suivi environnemental proposé. La migration des biogaz peut entraîner des désagréments (odeurs) et également s'avérer problématique selon les concentrations de méthane contenues dans les gaz (limites explosives). Il s'avère alors important de surveiller ce phénomène et d'entreprendre des interventions dès que des situations semblables se produisent.

La première intervention qui sera réalisée dans le cas d'une migration des biogaz, sera d'évaluer la zone touchée par le phénomène en réalisant des mesures de concentrations supplémentaires que se soit en surface, dans les bâtiments et infrastructures ainsi que dans les dépôts meubles. Dans ce dernier cas, des travaux de forage et de mise en place de puits de surveillance seront requis.

De façon sommaire, les interventions suivantes pourront alors être entreprises afin de remédier à ce problème :

- aménagement de tranchées périphériques de captage du biogaz (aménagée le long des limites d'exploitation);
- aménagement d'une série de puits actifs ou passifs le long des limites de l'aire d'exploitation ou en périphérie;
- autres.

Selon la nature et l'envergure du problème identifié, ces interventions pourront s'avérer des solutions permanentes qui auront la capacité de contrôler de façon adéquate la migration du biogaz. Néanmoins, des études pourront également être entreprises afin de solutionner le problème à la source.

3.5 GARANTIES ET ASSURANCES

Outre la section 2.5 qui présente l'exploitation et la gestion du site du point de vue technique, l'opération du LET sera réalisée conformément à la réglementation en ce qui concerne les garanties à fournir durant l'exploitation, la fermeture et la période de postfermeture. Également, la MRCVO disposera des assurances responsabilités requises.

3.5.1 Garantie d'exploitation

La MRCVO fournira, sous forme de cautionnement ou de lettre de crédit d'assureur dûment autorisé à opérer au Québec selon la *Loi sur les assurances* (L.R.Q., c.A-32) ou obligations gouvernementales ou autres formes autorisées, une garantie d'exploitation parallèlement à la demande de permis ou de renouvellement de celui-ci. Le montant de la garantie sera de 300 000 \$.

3.5.2 Assurance responsabilité

La MRCVO obtiendra une assurance pour couvrir sa responsabilité civile au montant de 1 000 000 \$

3.6 GESTION POSTFERMETURE

3.6.1 Description

La gestion postfermeture sera réalisée pour une période de trente (30) ans suivant la date de fermeture du LET ou pour toute autre période en tenant compte des exigences réglementaires. Durant la période d'application de ce programme de gestion portera sur l'entretien et la maintenance des ouvrages dont notamment le recouvrement final, le réseau de collecte et de gestion du biogaz ainsi que le système de collecte et de traitement des lixiviats et celui des eaux de surface. Au cours de cette période, le programme de suivi et de surveillance des eaux souterraines (minimum de 3 fois par année), de lixiviation, des eaux de surface et du biogaz restera en vigueur tel que mentionné auparavant.

3.6.2 Garantie financière pour la gestion postfermeture

La MRCVO constituera une garantie financière ayant pour but de couvrir les coûts afférents à la gestion postfermeture. Cette garantie a constitué sous la forme d'une fiducie établie conformément aux dispositions du Code civil du Québec.

Nous avons défini le versement au mètre cube de matières résiduelles. Le calcul de ce montant est présenté ci-après. Également, la MRCVO se conformera aux exigences en ce qui a trait à tous les aspects de réévaluation du fonds et de rapport de gestion de ce fonds fiduciaire.

Ainsi, le calcul du versement au mètre cube s'établit à partir des données suivantes :

Taux d'actualisation (pour calculer la VA) : 3 %

Taux d'inflation moyen annuel : 2,82 %

Taux de rendement moyen annuel : 6,82 %

Frais de gestion suggérés : 1 %

Durée de la période post fermeture : 30 ans

Les éléments contenus dans le programme de gestion postfermeture sont présentés au tableau 3-3 suivant.

Pour le calcul de la contribution unitaire, nous avons calculé celle-ci à partir des valeurs recommandées pour ce calcul ci-avant. Ainsi la valeur actuelle après 30 ans, avec un taux de rendement de 3 %, sera de 3 598 523 \$ en utilisant un besoin annuel moyen de 183 594\$.

En ce qui concerne la contribution unitaire requise pour répondre à ce besoin, nous l'avons calculé à 1,95 \$/m³ en utilisant un volume d'enfouissement total de 1 473 000 m³, une durée de vie utile sécuritaire de 22 ans (88 trimestres et versement trimestriel au fond) et un taux de rendement net de la première période à 2 %.

Tableau 3-3 : Gestion postfermeture

Description	Années 1 à 5	6 à 30
1° Entretien		
- recouvrement final	26 445 \$	26 445 \$
- puits surveillance	2 750 \$	2 750 \$
- bâtiment	4 000 \$	4 000 \$
- chemin d'accès	2 300 \$	2 300 \$
- clôture	5 000 \$	5 000 \$
2° Tonte engazonnement	2 000 \$	2 000 \$
3° Analyses de suivi environnemental	20 000 \$	20 000 \$
4° Chauffage/assurance/électricité	5 000 \$	5 000 \$
5° Déneigement	2 500 \$	2 500 \$
6° Inspection générale, administration	20 000 \$	20 000 \$
7° Opération de la station de traitement	<u>84 000 \$</u>	<u>42 000 \$</u>
Sous-total	173 995 \$	131 995 \$
Imprévus (± 20 %)	<u>34 799 \$</u>	<u>26 399 \$</u>
Total	208 794 \$	158 394 \$

4 ESTIMATION DES COÛTS

Ce chapitre présente l'estimation des coûts de réalisation du projet qui est basée principalement sur le concept d'aménagement proposé. De façon générale, les coûts ont pu être regroupés selon les trois (3) catégories suivantes :

- coûts de construction des aménagements;
- coûts d'opération;
- coûts de fermeture du LET;
- coût total de revient à la tonne.

4.1 COÛTS DE CONSTRUCTION DES AMÉNAGEMENTS

Les coûts de construction réfèrent à l'ensemble des travaux d'aménagement et de mise en place de tous les ouvrages et structures décrits au chapitre 2 à l'exception des travaux de fermeture. Ces ouvrages peuvent être regroupés en trois (3) catégories, soit :

- la construction et/ou la mise en place des aménagements connexes tels que le chemin d'accès périphérique, les puits de surveillance des eaux souterraines et du biogaz et le réseau de fossés périphériques de drainage;
- la construction des cellules d'enfouissement sanitaire proprement dite qui comprend notamment la préparation de terrain, l'excavation de masse, la mise en forme et la préparation de l'assise, l'aménagement du système d'imperméabilisation, les bermes de séparation, le réseau de collecte des lixiviats de même que le suivi et le contrôle de la qualité;
- la construction du système de traitement des eaux de lixiviation ce qui comprend également l'émissaire de rejet.

Le tableau 4-1 suivant résume les coûts associés à ces différentes catégories.

Tableau 4-1 : Résumé des coûts de construction des aménagements

DESCRIPTION DES OUVRAGES	COÛT GLOBAL (\$)
Chemin d'accès et aire de circulation	229 500 \$
Puits de surveillance des eaux souterraines et du biogaz	30 000 \$
Cellules d'enfouissement	10 232 900 \$
Système de traitement des eaux de lixiviation	1 974 500 \$
Sous-total	12 466 900 \$
Imprévus (10 %)	1 246 690 \$
Contingences (10 %)	1 371 359 \$
Taxes nettes (11,025 %)	1 663 116 \$
TOTAL	16 748 065 \$

4.2 COÛTS D'OPÉRATION

Les coûts d'opération incluant ceux reliés au traitement du lixiviat sont évalués entre 722 000 \$ à 795 000 \$ par année, soit 20 \$ à 22 \$ la tonne, durant la vie utile du site. Cette valeur tient compte de l'ensemble des activités nécessaires à l'enfouissement des déchets, du suivi et de la surveillance environnementale, des activités administratives, de même que des salaires des employés.

4.3 COÛTS DE FERMETURE DU LET

La fermeture du LET qui sera faite de manière progressive impliquera la construction d'un recouvrement final conformément au concept proposé ainsi que du système d'évacuation du biogaz. À ces items s'ajoute le réseau de fossé de contrôle du ruissellement. Le coût de ces travaux, en dollars constants, est évalué à 3 525 750 \$ avant imprévus, contingences et taxes nettes.

4.4 COÛT TOTAL DE REVIENT MOYEN À LA TONNE

Le coût moyen de revient à la tonne du projet dans son ensemble, peut se résumer comme étant la combinaison des sept (7) principaux items suivants :

1. les coûts des aménagements des zones d'enfouissement;
2. les coûts des aménagements connexes aux zones d'enfouissement proprement dites;
3. les coûts de fermeture des zones d'enfouissement;
4. les coûts de postfermeture nécessaires au maintien et à l'entretien des ouvrages une fois le site ayant atteint sa durée de vie maximale;
5. les coûts annuels et récurrents d'opération des ouvrages durant la période d'exploitation du site;
6. les autres coûts tels les services professionnels, l'acquisition de terrains, etc.;
7. les taxes applicables et les frais de financement des différents ouvrages et services.

Dans le cas des taxes et des frais de financement, ces derniers sont appliqués directement à chacun des items de coûts en considérant la portion non récupérable des taxes (11,025 %) et un taux réaliste moyen de financement de l'ordre de 7 %.

Ce financement est normalement amorti sur une période vingt (20) ans pour tous les ouvrages connexes et accessoires aux cellules d'enfouissement proprement dites. Sommairement, ces ouvrages connexes comprennent les routes d'accès et périphériques au site, le bâtiment de service s'il y a lieu, les équipements de suivi environnemental et les équipements de traitement des lixiviats. En ce qui concerne la zone d'enfouissement, celle-ci est aménagée par phase d'une durée de trois (3) à quatre (4) ans normalement et son financement est amorti sur la même période.

Le coût moyen de chacune des phases a été calculé en divisant le coût total d'aménagement des zones d'enfouissement par le nombre de phases prévues soit six (6).

Outre ces hypothèses, mentionnons que pour le coût de fermeture du site, celui-ci n'est pas financé puisqu'il s'exécute normalement sur une base annuelle. Toutefois, la géométrie du site peut faire en sorte que cela ne puisse se réaliser. Néanmoins, nous considérons que le coût du recouvrement final est appliqué directement au nombre de tonnes à enfouir sans frais additionnels de financement. Également, nous appliquons sur la totalité des items de construction des frais contingents de 10 %.

Le coût de revient est également fonction du nombre de tonnes qui seront enfouies au LET. Un tonnage inférieur accroît généralement le coût unitaire de revient et vice versa. Pour fournir un portrait conservateur du coût moyen pour les usagers nous avons utilisé le scénario réaliste n° 2 où le tonnage annuel moyen est moindre soit 36 140 tonnes.

Le tableau 4-2 suivant résume donc le calcul de ce coût de revient qui devrait se situer aux environs de 57,00 \$ par tonne.

Tableau 4-2 : Résumé du coût de revient moyen par tonne

DESCRIPTION	COÛT GLOBAL ¹ (\$)	COÛT ANNUEL (\$)	COÛT À LA TONNE ² (\$)
Ouvrages financés à long terme			
1° Services professionnels, acquisition de terrain	585 000 \$	55 224 \$	
2° Chemin d'accès, réseau de suivi environnemental	348 613 \$	32 909 \$	
3° Station de traitement du lixiviat	2 652 548 \$	250 400 \$	
Ouvrages financés à court terme			
4° Cellules d'enfouissement (coût moyen/phase)	2 114 900 \$	624 320 \$	
Ouvrages non financés			
5° Recouvrement final (coût moyen annuel)	182 265 \$	182 265 \$	
Sous-total	na	1 145 118 \$	31,69 \$
6° Coût d'opération			22,00 \$
7° Coût postfermeture (1,95 \$/m ³)			3,00 \$
COÛT TOTAL			56,69 \$

¹ Incluant imprévus, contingences et taxes nettes.

² Basé sur 36 140 tonnes.

**Annexe 1 Calculs de performance du
système d'imperméabilisation**

1 HYPOTHÈSE DE BASE

Le débit passant à travers un système d'imperméabilisation est principalement fonction des défauts (trous) dans les géomembranes et des charges hydrauliques appliquées sur ces dernières.

En ce qui concerne les défauts apparaissant sur les géomembranes, (Fluet, Conférence sur les géosynthétiques en environnement, North American Geosynthetic Society, St-Hyacinthe 1998) recommande d'utiliser des trous de 100 mm^2 avec une fréquence de 1 pour $4\,000 \text{ m}^2$ (soit 1 par acre) pour les calculs de performance. La dimension réelle moyenne des défauts est plutôt de 10 mm^2 . Par contre, une superficie de 100 mm^2 est recommandée afin de demeurer conservateur.

Pour ce qui est de la charge hydraulique, la couche de protection et de drainage du premier niveau sont conçues de façon à véhiculer l'ensemble du débit d'eau de lixiviation en écoulement libre afin d'éviter toute charge sur la géomembrane du premier niveau. Une telle situation ne correspond pas au pire cas pouvant être rencontré et ne doit pas être considérée pour fins de calculs. Les endroits les plus critiques, en fait, sont les endroits où le lixiviat s'accumule et séjourne, soit dans le réseau de collecte. La charge peut atteindre 300 mm à ces endroits. Cette dernière doit donc être retenue pour les calculs de performance.

Ainsi, les hypothèses de base se résument comme suit :

- charge hydraulique sur le niveau primaire : 300 mm (0,3 m)
- superficie des défauts de la géomembrane : 100 mm^2 ($1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$)
- fréquence des défauts : $1 / 4\,000 \text{ m}^2$ (par niveau)

2 COMPOSITION DE LA BARRIÈRE IMPERMÉABLE

Premier niveau (simple)

- 600 mm de sable drainant ($k = 1 \times 10^{-4}$ m/s)
- géotextile
- géomembrane PEHD 1,5 mm

Deuxième niveau (composite)

- géonet 5 mm ($k = 3,3 \times 10^{-1}$ m/s)⁵
- géomembrane PEHD 1,5 mm
- membrane géocomposite bentonitique 5 mm ($k = 1 \times 10^{-11}$ m/s)

3 ÉQUATIONS

Premier niveau (simple)

Pour l'écoulement à travers un défaut dans la géomembrane de premier niveau avec une composante supérieure perméable (sable) et une composante inférieure hautement perméable (gravier ou géonet), Giroud *et al* (1997a) proposent la formule suivante :

$$Q = 1,64 (aq_i)^{0,075} h^{1,85} k_{om}^{0,925}$$

- où
- Q = débit par le défaut (m³/s)
 - a = superficie du défaut (m²)
 - q_i = taux de réserve (m/s)
 - h = hauteur de lixiviat (m)
 - k_{om} = conductivité hydraulique du matériau sus-jacent à la géomembrane (m/s)

⁵ La conductivité hydraulique du géonet a été fixée de façon à éviter la saturation de ce dernier.

Afin de vérifier si le niveau de collecte (géonet) est non-saturé en tout point, l'équation suivante doit être respectée (Giroud *et al*, 1997b) :

$$Q \leq Q_{\text{full}} = k t_{\text{LCL}}^2$$

où Q = débit par le défaut (m^3/s)

Q_{full} = débit maximal permis par le défaut pour ne pas saturer le géonet d'une épaisseur t_{LCL} (m^3/s)

k = conductivité hydraulique du géonet (m/s)

t_{LCL} = épaisseur du géonet (m)

Deuxième niveau (composite)

Pour l'écoulement à travers un défaut dans la géomembrane du niveau composite dont le contact entre la géomembrane et le géocomposite bentonitique est bon et que la hauteur d'eau sur la géomembrane est inférieure à l'épaisseur du géocomposite, Giroud (1997) propose la formule suivante :

$$Q = 0,21 a^{0,1} h^{0,9} k_s^{0,74}$$

où Q = débit par le défaut (m^3/s)

a = superficie du défaut (m^2)

h = hauteur de lixiviat (m)

k_s = conductivité hydraulique du géocomposite bentonitique (m/s)

La détermination de la charge sur le deuxième niveau dépend du fait que le géonet est saturé par endroit ou non. Dans le cas où il n'est pas saturé, Giroud *et al* (1997b) ont défini l'équation suivante pour déterminer l'épaisseur maximale (vis-à-vis le défaut) de lixiviat sur le deuxième niveau :

$$t_o = (Q/k)^{0,5}$$

- où t_0 = épaisseur maximale sur le deuxième niveau (m)
 Q = débit par le défaut de la géomembrane du premier niveau (m^3/s)
 K = conductivité hydraulique du géonet (m/s)

Giroud (1997) conclut qu'il est adéquat de considérer des conditions de bon contact dans le cas d'une géomembrane reposant sur un géocomposite bentonitique car la boue bentonitique qui peut sortir d'un géocomposite hydraté contribue à établir un contact rapproché entre les deux membranes.

Finalement, cette méthode considère un défaut sur la géomembrane mais aucun sur le géocomposite. Cette hypothèse est valable pour les géocomposites bentonitiques car les études à ce jour démontrent qu'ils ont une capacité auto-colmatante pour des trous allant jusqu'à 3,8 cm de diamètre sans perdre d'efficacité hydraulique.

4 CALCULS

Fuite au travers du premier niveau

Premièrement, il faut définir q_i . Les statistiques météorologiques de la région montrent que, sur une période de 40 ans, la valeur extrême de précipitation journalière est de 0,0678 m d'eau par jour. Ce qui donne donc $q_i = 7,85 \times 10^{-7}$ m/s.

Le débit au travers un défaut du premier niveau est donc de :

$$Q = 1,64 \times (1 \times 10^{-4} \times 7,85 \times 10^{-7})^{0,075} \times 0,3^{1,85} \times (1 \times 10^{-4})^{0,925}$$

$$Q = 6,16 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} \text{ par défaut}$$

Afin de vérifier si le géonet n'est pas saturé par endroit, on vérifie :

$$Q_{\text{full}} = 0,33 \times 0,005^2$$

$$Q_{\text{full}} = 8,25 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q \leq Q_{\text{full}}$$

$$6,16 \times 10^{-6} < 8,25 \times 10^{-6}$$

Le débit maximum est respecté. Il n'y donc pas, selon nos hypothèses de calcul, d'endroit où le géonet est saturé.

Charge transmise sur le deuxième niveau

Étant donné que le géonet est non saturé, la charge de lixiviat sur le deuxième niveau est de :

$$t_0 = (6,16 \times 10^{-6} / 0,1)^{0,5}$$
$$t_0 = 0,0078 \text{ m}$$

Fuite au travers du deuxième niveau

Le débit pour un défaut dans la géomembrane du deuxième niveau est de :

$$Q = 0,21 \times (1 \times 10^{-4})^{0,1} \times (0,0078)^{0,9} \times (1 \times 10^{-11})^{0,74}$$
$$Q = 7,68 \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{s}$$

Débit global sur le niveau de collecte (géonet) au sommet du deuxième niveau

En considérant la superficie globale du site de Val-d'Or de 145 250 m², on obtient 36,3 défauts dans la géomembrane du premier niveau pour l'ensemble du site. Le débit recueilli par le niveau de collecte pour l'ensemble du site est donc de :

$$Q_{\text{total}} = 6,16 \times 10^{-6} \times 36,3$$
$$= 2,23 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$
$$= 19,37 \text{ m}^3/\text{d}$$
$$Q_{\text{total}} = 5\,099 \text{ gallons US/d}$$

Fuite totale sur l'ensemble du site

En considérant toutes les hypothèses précédemment établies et en utilisant la charge maximale sur le deuxième niveau (soit lorsque deux défauts sont alignés), on obtient comme débit s'écoulant du deuxième niveau pour l'ensemble du site :

$$\begin{aligned}Q_{\text{total}} &= 7,68 \times 10^{-12} \times 36,3 \\ &= 2,79 \times 10^{-10} \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 2,41 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{d} \\ Q_{\text{total}} &= 0,0064 \text{ gallons US/d}\end{aligned}$$

5 RÉFÉRENCES

Fluet, J.E., 1998. "Conférence sur les géosynthétiques en environnement", North American Geosynthetic Society, St-Hyacinthe

Giroud, J.P., 1997. Equations for Calculating the Rate of Liquid Migration Through Composite Liners Due to Geomembrane Defects", *Geosynthetics International*, Vol. 4, Nos. 3-4, pp. 335-348.

Giroud, J.P., Khire, M.V. et Soderman, K.L., 1997a. "Liquid Migration Through Defects in a Geomembrane Overlain and Underlain by Permeable Media", *Geosynthetics International*, Vol. 4, Nos. 3-4, pp. 293-321.

Giroud, J.P., Gross, B.A., Bonaparte, R. et McKelvey, J.A., 1997b. "Leachate Flow in Leakage Collection Layers Due to Defects in Geomembrane Liners", *Geosynthetics International*, Vol. 4, Nos. 3-4, pp. 215-292.

**Annexe 2 Devis d'assurance qualité
général – Système
d'imperméabilisation**

Annexe 3 Plans