
PARTIE 3 – Concept d'aménagement

3. Concept d'aménagement

Comme il a été mentionné plus tôt, le schéma d'aménagement ainsi que les composantes techniques qui étaient proposées dans l'étude d'impacts de 1994 doivent être revus en profondeur. Une révision des paramètres de conception a donc été réalisée afin d'établir le concept d'aménagement optimal du LET tant au niveau environnemental qu'au niveau économique en fonction des exigences du projet de *Règlement sur l'élimination des matières résiduelles* et ses plus récentes modifications.

Les figures illustrant l'aménagement du LET des Îles-de-la-Madeleine ainsi que certains détails types sont présentées à l'annexe C du présent document.

3.1 AMÉNAGEMENTS PROPOSÉS DANS L'ÉTUDE D'IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT (SNC, 1994)

L'étude d'impacts sur l'environnement de 1994 prévoyait deux options au plan d'aménagement. Comme le concept était très similaire pour une option comme pour l'autre et qu'apparemment l'option 2 semblait obtenir l'appui des différents intervenants au projet en raison de son impact moindre sur le milieu, seule cette dernière sera décrite.

L'option 2 du plan d'aménagement prévoyait l'aménagement d'un lieu d'élimination complémentaire (LEC) et d'un dépôt de matériaux secs (DMS). Ces deux ouvrages devaient avoir les caractéristiques suivantes :

Lieu d'élimination complémentaire :

- Le LEC prévu devait être constitué d'une série d'excavations de 20 mètres de longueur par 35 mètres de largeur. Le fond des déchets devait suivre le profil de la nappe phréatique à un minimum d'un mètre au-dessus de celle-ci.
- Les talus d'excavation du LEC devaient avoir des pentes de 30 %.
- Une zone tampon de 10 mètres devait séparer les limites de l'aire d'enfouissement des déchets des limites de propriété.
- Les cendres combinées devaient être enfouies sur une épaisseur de deux mètres par couches successives et devaient être recouvertes à tous les jours d'une couche de 200 mm de sable ou de tout autre matériau approuvé.
- Le fond et les parois de l'excavation devaient recevoir une membrane en polyéthylène à haute densité (PEHD) de 1,5 mm d'épaisseur.
- Une couche de drainage et de protection, composée de 500 mm de sable, devait être mise en place sur la membrane.

- Le fond de l'excavation devait être profilé avec des pentes minimales de 2 % en direction d'un tuyau collecteur de 100 mm Ø pourvu d'une membrane filtrante géosynthétique.
- Le recouvrement final devait être profilé avec des pentes de 2 % à 5 % sur le dessus et de 30 % sur les talus périphériques.
- Le recouvrement final devait être constitué des horizons suivants;
 - une couche de sable de 400 mm d'épaisseur;
 - une membrane étanche en polyéthylène à haute densité (PEHD) de 1,5 mm d'épaisseur;
 - une couche de sable de 600 mm d'épaisseur;
 - une couche de terre organique de 200 mm d'épaisseur;
 - une végétation adaptée aux rigueurs du secteur de la Dune du Sud.
- L'option 2 devait occuper une superficie totale de 14 500 m² procurant un volume utile d'environ 54 630 m³. En considérant que l'estimation de l'époque évaluait à 860 m³ le volume de cendre à éliminer annuellement, le LEC proposé aurait pu recevoir les cendres combinées pendant une période de 63 ans.
- Le système de traitement des eaux de lixiviation devait être constitué d'une chambre d'alcalinisation et d'un champ de biofiltration.
- Le débit moyen journalier et le débit maximum journalier à traiter étaient évalués à 2,79 m³/d et à 9,40 m³/d respectivement.

Pour le dépôt de matériaux secs (DMS);

- Les matériaux secs devaient être déposés directement sur le sol, à ciel ouvert, dans une ancienne sablière désaffectée, sur une profondeur moyenne égale ou supérieure à 3 mètres.
- Le profil final du DMS ne devait pas dépasser le profil du terrain avoisinant.
- Il était prévu de régaler le fond de l'ancienne sablière pour conserver une distance verticale minimale d'un mètre entre le fond de l'aire de remplissage et le plus haut niveau saisonnier de la nappe phréatique.
- Le recouvrement final devait être profilé avec des pentes de 2 % à 5 % en rejoignant le profil du terrain avoisinant.
- Le recouvrement final devait être constitué des horizons suivants :
 - une couche de 600 mm d'épaisseur de sol organique de compost ou d'un mélange de terre et de compost; et
 - une végétation adaptée aux rigueurs du secteur de la Dune du Sud.
- La capacité utile du DMS devait être d'environ 3305 m³. En considérant que les estimations de l'époque évaluait à 220 m³ la quantité de matériaux secs à éliminer annuellement, la durée de vie du DMS était ainsi évaluée à environ 14 ans.

3.2 RÉVISION DES PARAMÈTRES DE CONCEPTION

Les différents paramètres dont il faut tenir compte pour l'élaboration d'un concept d'aménagement sont résumés dans les lignes qui suivent. Parmi ces paramètres, on retrouve : la piézométrie du site, les contraintes associées au milieu naturel et les prévisions relatives à la démographie et à la quantité de résidus à traiter pour les années à venir et finalement, l'intégration au paysage du LET.

3.2.1 Piézométrie du site

Deux études hydrogéologiques ont été présentées dans le cadre de l'étude d'impacts de 1994. Une première, datée de décembre 1991 (Technisol, 1991), regroupe les données piézométriques obtenues suite à l'observation de six forages, tous situés dans le secteur de l'actuel centre de tri. Une seconde, datée de décembre 1992 (Technisol, 1992), regroupe cette fois les données piézométriques obtenues suite à l'observation de trois forages et de six sondages, tous situés dans le secteur de l'option 1 de l'étude d'impacts soit à l'extrémité nord de la partie de lot 294-4. La localisation de ces forages et de ces sondages est décrite à la figure 1 de l'annexe C. Par la suite, dans le cadre du projet d'aménagement du centre de traitement des ordures des Îles-de-la-Madeleine, une troisième étude géotechnique ayant pour but de déterminer les propriétés des matériaux et d'évaluer les conditions d'eaux souterraines aux emplacements des ouvrages projetés a été déposée en février 2001 (Technisol, 2001).

Dans le cadre de la présente étude, le secteur retenu pour l'établissement du LET n'a pas fait l'objet d'investigation en matière d'hydrogéologie jusqu'à ce jour mais, compte tenu de la nature des sols, les données existantes sont considérées valables pour les fins de la présente. Basée sur ces données, l'élévation piézométrique des hautes eaux souterraines a été fixée à 1,5 mètre. Cette hypothèse semble conservatrice à la lumière des élévations qui ont été enregistrées sur les piézomètres situés de part et d'autre du secteur concerné. Il est entendu que, préalablement à l'élaboration de la demande de certificat d'autorisation, ces hypothèses devront être validées avec une étude hydrogéologique complémentaire. De plus, cette étude pourrait porter une attention particulière à l'influence des marées sur la variation de l'élévation de la nappe phréatique afin de s'assurer que le système d'imperméabilisation se trouve au-dessus des hautes eaux souterraines. À la lumière des résultats d'une éventuelle étude, le concept d'aménagement pourrait être révisé afin de s'assurer de respecter les exigences de l'article 20 du PREMR. À l'article 20 dudit règlement, il est stipulé, entre autres, qu'il est interdit d'abaisser artificiellement le niveau des eaux souterraines. Toujours selon le même article, il est mentionné que le niveau inférieur du système d'imperméabilisation retenu doit se retrouver au-dessus du niveau des eaux souterraines.

« **art.20.** ...L'abaissement du niveau des eaux souterraines par pompage, drainage ou autrement est interdit pour l'aménagement d'un lieu d'enfouissement technique avec un système d'imperméabilisation à double niveau de protection sur des terrains où le sol se compose d'une couche naturelle homogène ayant en permanence une conductivité hydraulique supérieure à 5×10^{-5} cm/s, cette conductivité hydraulique devant être établie in situ. Dans le cas où cette condition n'est pas respectée, la base du niveau inférieur de protection décrit au paragraphe 1° du premier alinéa doit être au-dessus du niveau des eaux souterraines.»

3.2.2 Description du milieu naturel

Les informations exposées dans la présente section ont été tirées de l'étude d'impacts sur l'environnement (SNC, 1994) et la demande de certificat de conformité (MRC des Îles-de-la-Madeleine, mars 2000) et/ou dans les rapports les constituant.

Localisation

Tel que mentionné précédemment, l'ensemble des activités relatives à la gestion des matières résiduelles est regroupé sur l'ancien site d'élimination des déchets solides de Havre-aux-Maisons, sur les parties de lot 294-4, 294-5, 294-22 et 294-23 (voir figure1).

Conformément aux affectations du sol retenues au schéma d'aménagement de la MRC (1988), la presque totalité du milieu dunaire des Îles-de-la-Madeleine est affectée à la conservation du milieu. Il y a cependant une enclave à cette affectation là où des équipements ont déjà été implantés au cours des années. Parmi ces équipements, on retrouve l'éolienne du C.N.R.C. et la ligne expérimentale d'Hydro-Québec à Havre-aux-Maisons, la mine de sel, une usine de fabrication de dynamite à Grosse-Île et finalement le site d'élimination des déchets de Havre-aux-Maisons. Toujours selon le même document, aucune expansion des espaces présentement autorisés ne sera permise à l'exception de celui occupé par le site de gestion des matières résiduelles. Malgré le fait que les terrains où se trouve ce dernier sont en milieu dunaire, ils sont zonés « industriels » par la municipalité.

Il est à noter que le lot 294-4 a une largeur d'environ 65 mètres sur presque l'ensemble de sa longueur. De manière à respecter l'article 16 du projet *Règlement sur l'élimination des matières résiduelles* qui demande qu'une zone tampon d'au moins 50 mètres soit préservée entre les limites de propriété et le LET, la municipalité Les Îles-de-la-Madeleine devra faire l'acquisition de nouvelles superficies de terrain. Les terrains supplémentaires que la Municipalité devra acquérir seront décrits ultérieurement à la section 3.3 portant sur le schéma d'aménagement.

La géologie

Dans le rapport hydrogéologique de Technisol, décembre 1992, il est mentionné que le site étudié est une formation dunaire très homogène constituée d'un dépôt de sable très fin uniforme de couleur brun clair contenant quelques racines en surfaces. La granulométrie du

sable est très serrée et la valeur de son coefficient d'uniformité est inférieure à 2. Le dépôt de sable présente une compacité variant de très lâche à dense, selon la profondeur des forages. Le coefficient de perméabilité varie de 1,3 à $6,7 \times 10^{-3}$ cm/sec.

La végétation

La végétation qu'on retrouve sur le site est définie comme étant une végétation marine. Elle est composée d'algues marines, de littoraux rocheux, de sable côtier (majoritairement occupés par l'ammophile ou complètement dénudés dans le cas des zones altérées par les opérations actuelles), de landes à empetrum (elles représentent les dunes stabilisées et sont propices à l'installation de nombreuses espèces végétales) et de pessières-sapinières à lichen sur dune.

On retrouve également des dunes consolidées sur le site étudié. Ces dunes sont, en fait, stabilisées par la lande à empetrum et par la sapinière-pessière et correspondent à un milieu sensible à protéger, car elles contribuent à la stabilisation du milieu dunaire.

La faune

Dans l'étude d'impacts sur l'environnement de 1994, il est mentionné que la présence de terrier à renard roux a été constatée à l'extrémité nord du site étudié. Toujours dans la même étude, il est mentionné que l'on retrouve une aire de nidification du pluvier siffleur. En 1985, le Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada a classé le pluvier siffleur parmi les espèces en danger de disparition. De nombreux facteurs mettent en péril la survie des juvéniles : de manière générale, on croit que c'est l'action des prédateurs, la perte d'habitat, les perturbations dues à l'activité humaine dans les zones de nidification et l'inondation des nids qui réduisent le nombre de juvéniles pouvant atteindre l'âge adulte. Cette zone de nidification correspond donc à un second milieu sensible qui doit être préservé.

Un plan illustrant les particularités du milieu naturel récepteur est d'ailleurs présenté à la figure 2 de l'annexe C. Le choix du schéma d'aménagement tiendra compte des milieux fragiles à protéger.

3.2.3 Quantité de matières résiduelles à enfouir

La présente section se veut un résumé de la section 2 relativement aux données démographiques et aux quantités de matières résiduelles actuelles et futures.

Selon l'Institut de la statistique Québec, la population des Îles-de-la-Madeleine a évolué de la façon suivante au cours des 30 dernières années.

Année	1981	1986	1991	1996	1999	2000	2001	2002	2003
Population	14130	14532	14316	14005	13449	13317	13069	13010	13059

Bien que la population des Îles-de-la-Madeleine décroît depuis 1986, on observe une certaine stabilisation depuis les dernières années. En contrepartie, le nombre de touristes n'a cessé de croître depuis le milieu des années 70.

Pour élaborer le concept d'aménagement préliminaire, la population de la Municipalité Les Îles-de-la-Madeleine sera considérée comme étant constante.

Sur la base de cette hypothèse, on pourrait s'attendre à observer une stabilisation des quantités de résidus à traiter. Cependant, en comparant les quantités de résidus qui ont été générées au cours des dernières années (on entend ici par résidus: toute matière devant être gérée par compostage, recyclage, incinération et/ou par enfouissement), on peut observer une stabilité relative entre 1983 et 1998 avec environ 7500 t/an. Par contre, la génération de ces résidus a augmenté à près de 8500 t/an en 2002.

Le bilan de l'année 2002 servira de base à l'élaboration du concept d'aménagement révisé. On y trouve :

	Masse de résidus	Densité	Volume de résidus ¹
Cendres volantes et des chaux usées ²	202 t/an	1.4 t/m ³	144 m ³ /an
Mâchefers	605 t/an	1.4 t/m ³	432 m ³ /an
Matériaux secs	1035 t/an	0.8 t/m ³	1293 m ³ /an

1 : Le volume exclut le recouvrement journalier. La densité retenue pour l'évaluation du volume occupé par les cendres volantes, les chaux usées et les mâchefers est de 1,4 t/m³ et de 0,8 t/m³ pour les matériaux secs.

2 : Le schéma d'aménagement proposé exclut l'enfouissement des cendres volantes et des chaux usées .

3.2.4 Intégration au paysage

Une étude préliminaire d'intégration au paysage a été faite afin d'optimiser la hauteur de la crête du concept proposé.

Le projet de *Règlement sur l'élimination des matières résiduelles* dicte les conditions applicables à l'intégration au paysage d'un LET à l'article 15.

« **art.15.** Les lieux d'enfouissement technique doivent s'intégrer au paysage environnant. À cette fin, il est tenu compte des éléments suivants :

¹ les caractéristiques physiques du paysage dans un rayon d'un kilomètre, notamment sa topographie ainsi que la forme, l'étendue et la hauteur de ces reliefs ;

2° les caractéristiques visuelles du paysage dans un rayon d'un kilomètre, notamment son accessibilité visuelle et son intérêt récréo-touristique (les champs visuels, l'organisation et la structure du paysage, sa valeur esthétique, son intégrité, etc.) ;

3° la capacité du paysage d'intégrer ou d'absorber ce type d'installation ;

4° l'efficacité des mesures d'atténuation des impacts visuels (écran, zone tampon, reverdissement, reboisement, etc.). »

La figure 3 de l'annexe C présente les résultats de l'analyse qui a permis d'établir l'élévation maximale de la crête périphérique du LET. Cette valeur maximale de la crête périphérique a été fixée à environ 9,1 mètres.

3.3 SCHÉMA D'AMÉNAGEMENT

À partir des paramètres de conception mentionnés et de la réglementation, le schéma d'aménagement a été révisé pour le LET des Îles-de-la-Madeleine en fonction des paramètres suivants :

- La piézométrie du site pour fixer les élévations du fond du LET;
- La description du milieu naturel pour protéger les zones sensibles;
- L'étude préliminaire d'intégration au paysage pour fixer les élévations du profil final;
- Les quantités de déchets à enfouir pour fixer la durée de vie du concept proposé;
- Les exigences fixées par la réglementation dont, entre autres, l'établissement d'une zone tampon de 50 mètres de largeur telle que prescrite à l'article 16 du PREMR.

En fonction de l'ensemble des différents paramètres de conception, le développement du schéma d'aménagement a été effectué à l'aide d'un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO). Il s'agit d'un processus itératif d'analyses visant à définir sur le terrain préconisé, l'aire d'enfouissement offrant les caractéristiques les plus favorables tant au niveau environnemental, réglementaire qu'économique.

Le schéma d'aménagement proposé prévoit une première phase d'une durée de vie d'environ 25 ans pour un volume disponible total de 43 125 m³ soit 1725 m³/an ou 1640 t/an. Le schéma d'aménagement propose également une seconde phase ayant approximativement les mêmes caractéristiques que la première. Donc, pour l'ensemble des deux phases proposées, le schéma d'aménagement prévoit une durée de vie d'environ 50 ans pour un volume disponible total de 86 250 m³. La localisation de ces deux phases est d'ailleurs présentée sur la figure 1 de l'annexe C.

Les figures 4 et 5 de l'annexe C illustrent le schéma d'aménagement recommandé pour la phase I du LET de la Municipalité Les Îles-de-la-Madeleine.

Les superficies supplémentaires de terrain que doit acquérir la municipalité sont indiquées à la figure 1 de l'annexe C. Ces superficies, évaluées à 16 900 m² du côté ouest et à 30 950 m² du côté est, correspondent aux superficies requises pour l'aménagement de la zone tampon tel que prévu dans le projet de *Règlement sur l'élimination des matières résiduelles* et sont valides pour l'ensemble du présent schéma d'aménagement, soit les deux phases d'une durée totale approximative de 50 ans.

3.4 SYSTÈME D'IMPERMÉABILISATION

La figure 6 de l'annexe C montre le système d'imperméabilisation à double niveau de protection proposé. Ce système de protection respecte les exigences du projet de *Règlement sur l'élimination de la matière résiduelles*.

Ce système d'imperméabilisation à double niveau de protection est constitué des éléments suivants (du haut vers le bas) :

- Une couche de drainage constituée de 500 mm d'épaisseur de sable grossier possédant une conductivité hydraulique minimale de 1×10^{-2} cm/s. Cette couche de drainage repose sur le revêtement imperméable supérieur dont la surface est orientée vers les drains selon une pente minimale de 2 %;
- Un réseau de collecte des eaux de lixiviation constitué de drains perforés en PEHD d'un diamètre minimum de 150 mm enrobé à l'aide de pierre nette et d'un géotextile de séparation;
- Un revêtement imperméable supérieur constitué d'une géomembrane en PEHD de 1,5 mm d'épaisseur;
- Un système de collecte de deuxième niveau, servant aussi de système de détection de fuite, constitué d'un géofilet de drainage d'une épaisseur minimale de 5 mm et posé directement sur le revêtement imperméable inférieur;
- Un revêtement imperméable inférieur composite constitué d'une géomembrane en PEHD de 1,5 mm d'épaisseur posée directement sur un géocomposite bentonitique;
- Le tout mis en place sur une assise en sable profilée à partir du sol en place.

Le système d'imperméabilisation mise ainsi majoritairement sur l'utilisation de matériaux géosynthétiques pour sa construction si on fait exception de la couche de drainage primaire construite à l'aide de sable.

La couche de 600 mm de matériaux argileux dont il est question à l'article 20 du projet de *Règlement sur l'élimination des matières résiduelles* est remplacée par une membrane d'argile synthétique, communément appelée un géocomposite bentonitique. Ce type de membrane possède une épaisseur de l'ordre de 6 mm, comparativement aux 600 mm prescrits, permettant ainsi d'optimiser la capacité d'enfouissement du LET. La performance de ce type de

membrane a de plus été démontrée dans de nombreux projets d'enfouissement au Québec et aux États-Unis et son équivalence versus une couche de matériaux argileux est généralement acceptée.

3.5 SYSTÈME DE COLLECTE DES EAUX DE LIXIVIATION

3.5.1 Généralités

La conception d'un système de collecte des eaux de lixiviation doit supporter deux objectifs principaux. Premièrement, tel que prescrit par le projet de *Règlement sur l'élimination des matières résiduelles*, elle doit permettre de limiter la charge hydraulique imposée au revêtement imperméable supérieur à moins de 300 mm dans les conditions d'exploitation les plus critiques. Deuxièmement, elle doit permettre de limiter les superficies de drainage associées aux cellules d'enfouissement technique de façon à permettre une séparation efficace entre les eaux de lixiviation produites par les cellules en exploitation et les eaux pluviales collectées au niveau des cellules non exploitées.

Les paramètres qui influencent la conception du système de drainage des eaux de lixiviation sont :

- le débit de lixiviats qui s'infiltreront dans la couche de drainage;
- l'épaisseur et la conductivité hydraulique de la couche de drainage;
- l'espacement entre les drains perforés;
- la pente du revêtement imperméable vers les drains.

Le captage des eaux de lixiviation sera assuré par un système de drainage et de collecte du lixiviats sur chacun des niveaux de protection (niveaux d'imperméabilisation supérieur et inférieur). Ce système de collecte est constitué de couches drainantes, d'un réseau de conduites collectrices et d'une station de pompage. Il est à noter que le captage des eaux de lixiviation se fera de façon gravitaire tandis que des pompes achemineront les eaux captées vers le bassin d'accumulation.

3.5.2 Débit de conception

Le débit journalier maximal de lixiviats a été déterminé à l'aide du modèle hydrologique HELP (Hydrologic Evaluation of Landfill Performance) version 3.07 (Schroeder *et al.*, 1997) en considérant les conditions critiques d'exploitation. Ce modèle mathématique permet de simuler l'hydrologie d'un LET en fonction des données climatiques locales (précipitations, température, évapotranspiration, etc.) et de la conception proposée pour le même LET (épaisseur, fonction et

propriétés physiques des différentes couches). Ces simulations peuvent être effectuées à divers stades de l'exploitation pour finalement permettre d'établir le bilan hydrologique global du LET et déterminer les débits de lixiviat produits. Le modèle utilise une solution technique qui tient compte des effets du stockage de surface, de l'infiltration, de la percolation, de l'évapotranspiration, de la capacité de rétention des matières résiduelles et du drainage latéral des eaux de lixiviation.

Les conditions critiques pour établir la distance maximale de drainage se produisent au début des activités d'enfouissement dans une CET lorsque l'épaisseur de matières résiduelles demeure relativement faible. Durant cette période, la production de lixiviat est plus élevée puisque la capacité d'absorption des déchets demeure limitée tandis que leur épaisseur est trop faible pour favoriser un tamponnement important des événements pluvieux. Une épaisseur de 2,5 m de matières résiduelles (1,25 mètres de mâchefers et 1,25 mètres de matières résiduelles) a été utilisée pour déterminer la distance de drainage admissible. Cette épaisseur est très sécuritaire puisque l'exploitation du LET se fera essentiellement en surélévation.

Les données météorologiques nécessaires aux simulations ont été synthétisées par le modèle à partir des données disponibles pour la ville de Caribou dans l'état du Maine, mais ajustées en fonction des valeurs mensuelles moyennes des Îles-de-la-Madeleine pour les températures et précipitations (Station météo Cap-aux-Meules #7052960 R-01). Ces données météorologiques sont disponibles à l'annexe B.

De façon sécuritaire, la conductivité hydraulique de la couche de drainage primaire a été posée à la valeur minimale de 1×10^{-2} cm/s imposée par le PREMR, simulant ainsi l'utilisation d'un sable grossier et uniforme. L'utilisation de tout matériau montrant une conductivité hydraulique supérieure, un gravier par exemple, induira par le fait même un accroissement de la performance du système primaire de collecte du lixiviat.

La simulation hydrologique réalisée sur la base des données précédentes a permis d'établir que le débit d'infiltration maximal, lors de la première année, sera de l'ordre de 1,0 mm/j. Ainsi, à partir de ce débit et en utilisant un système de drainage unidirectionnel, l'espacement entre les drains a été posé à 30 m afin de maintenir la charge hydraulique sur le revêtement imperméable supérieur en deçà de l'exigence de 300 mm. Il est à noter que l'aménagement d'un berme de séparation hydraulique est prévu à l'intersection de toutes les CET.

3.5.3 Réseau de collecte

Système primaire de collecte du lixiviat

Le système primaire de collecte du lixiviat a pour fonction d'évacuer le plus rapidement possible le lixiviat des CET de façon à limiter le gradient hydraulique imposé au revêtement imperméable supérieur.

L'utilisation d'un système de drainage conventionnel en dent-de-scie a été retenue pour le LET de la Municipalité Les Îles-de-la-Madeleine compte tenu du relief relativement plat du secteur concerné. La valeur minimale de 2% a été retenue pour déterminer la distance maximale de drainage admissible et l'espacement des drains qui a été fixé à 30 mètres.

Dans chacune des cellules, les eaux de lixiviation interceptées au premier niveau seront recueillies par un drain collecteur fait d'une conduite perforée en polyéthylène haute densité (PEHD) de 150 mm de diamètre placé à l'intérieur des cellules d'enfouissement. Ces drains secondaires seront raccordés à une conduite principale de collecte des eaux de lixiviation faite aussi de PEHD de 200 mm de diamètre. Chacune des conduites principales amènera les eaux de lixiviation captées jusqu'au poste de pompage localisé à la limite sud de la première phase d'exploitation, pour ensuite être acheminée vers le bassin d'accumulation.

Système secondaire de collecte du lixiviat

Un système secondaire de collecte des eaux de lixiviation sera aménagé entre les deux revêtements imperméables. En plus de servir à la collecte des eaux de lixiviation issues d'hypothétiques perforations pouvant potentiellement survenir sur la membrane supérieure, le système de collecte secondaire joue aussi un rôle de système de détection de fuites. Ce système sera composé d'un géofilet de drainage d'une transmissivité minimale de 3×10^{-5} m²/s conforme au PREMR. De plus, pour faciliter la construction, il est prévu d'utiliser, selon les besoins, une double ou une triple épaisseur de géofilet de drainage pour remplacer le drain secondaire de collecte du lixiviat au niveau du système de détection de fuites. Les calculs seront effectués ultérieurement lors de l'élaboration des plans dans le cadre de la demande de certificat d'autorisation. Le lixiviat intercepté par le système de détection de fuites sera dirigé vers un collecteur principal de deuxième niveau indépendant constitué d'une conduite en PEHD perforée de 150 mm de diamètre.

Collecteurs de lixiviat

Le lixiviat intercepté sur chacun des niveaux d'imperméabilisation sera dirigé vers les deux collecteurs qui se rejeteront indépendamment dans le poste de pompage construit à l'extrémité aval des CET à l'extérieur de la zone d'enfouissement pour être refoulé vers un bassin d'accumulation.

Le concept du système de collecte des eaux de lixiviation est présenté sur la figure 7 de l'annexe C.

Accès de nettoyage

Afin de maintenir l'efficacité du réseau de collecte des eaux de lixiviation, des conduites de nettoyage seront aménagées à l'extrémité de tous les drains et collecteurs de lixiviat. Le nettoyage des conduites s'effectuera au besoin. Un accès de nettoyage typique pour les drains de lixiviat est illustré à la figure 9 de l'annexe C.

Bassin d'accumulation du lixiviat

Il est prévu d'aménager le bassin d'accumulation du lixiviat à l'extrémité sud de la zone d'enfouissement prévue pour les deux phases d'exploitation. Le bassin d'accumulation consistera soit en un ouvrage de béton dont la conception sera approuvée par le MENV ou encore, il sera aménagé sur les matériaux en place et le fond sera muni d'un système d'étanchéité dont notamment un géocomposite GCL et une géomembrane de 1,5 mm d'épaisseur. L'alternative retenue sera précisée lors de la demande de certificat d'autorisation.

Dans le cadre de la présente étude, le bassin d'accumulation du lixiviat proposé est construit à l'aide de géosynthétiques et couvre une superficie de l'ordre de 1849 m². Sa capacité est de 2265 m³ de lixiviat et il atteint une profondeur de l'ordre de 3,3 m. Une coupe-type illustrant la conception de ce bassin est montrée à la figure 10 de l'annexe C.

Tableau 3.1 - Conception du bassin d'accumulation

Paramètres de conception	
Précipitations moyennes sur la période d'hivernation	562 mm
Période d'hivernation	180 d
Débit annuel de lixiviat	900 m ³ /an
Estimation du volume d'accumulation requis	
Volume pour le lixiviat (V _L)	450 m ³
Volume pour les boues et la glace (V _{BG} = 25% de V _L)	112 m ³
Volume pour les précipitations sur la période d'hivernation (V _P)	1039 m ³
Volume d'accumulation requis (V _T = V _L + V _{BG} + V _P)	2163 m ³
Caractéristiques du bassin d'accumulation requis	
Hauteur d'eau	2,3 m
Revanche	1,0 m
Pente des digues	3 H:V
Longueur en tête de digue	43,0 m
Largeur en tête de digue	43,0 m
Superficie en tête de digue	1849 m ²
Volume d'accumulation obtenu	2265 m ³

3.6 TRAITEMENT DU LIXIVIAT

3.6.1 Caractéristiques des eaux de lixiviation

Peu de données sont disponibles sur les caractéristiques des eaux de lixiviation générées par les matériaux secs. Dans une étude publiée en 1991 (Fourteenth Annual Madison Waste Conference, Municipal and Industrial Waste, University of Wisconsin-Madison), les lixiviats de trois sites ont été analysés. Toutefois, il est à noter que les matériaux secs des ces trois sites avaient entre 50 % et 56 % par volume de matières organiques (bois, branche, herbe etc.). Il a été établi que les valeurs des paramètres pour le lixiviat provenant des matériaux secs restent habituellement bien en deçà des valeurs du lixiviat provenant des déchets municipaux courants.

En effet, les analyses effectuées dans le cadre de cette étude ont démontré que les eaux de lixiviation des matériaux secs étaient caractérisées par les valeurs du tableau 3.2 qui suit.

Tableau 3.2 - Caractéristiques des lixiviats provenant de matériaux secs

Paramètres	Valeurs
pH	6.5-7.3
DBO ₅ (mg/l)	100-320
DCO (mg/l)	3080-11200
Chlorures (mg/l)	125-240
Nitrate (mg/l)	4-13
Nitrite (mg/l)	-
Ammoniac (mg/l)	30-184
CaCO ₃ (mg/l)	1710-6520
Fer (mg/l)	29-172

Source : Fourteenth Annual Madison Waste Conference – University of Wisconsin

Il est fort probable que la proportion de matières organiques contenue dans les matériaux secs générés par la Municipalité Les Îles-de-la-Madeleine soit relativement faible en raison des activités de compostage, de recyclage, de récupération et d'incinération. De plus, les faibles quantités de mâchefers et de matériaux secs à enfouir annuellement contribuent à limiter la surface en opération et par le fait même, à limiter les quantités de lixiviat générées. Finalement, l'utilisation de toile imperméable servant à dévier les eaux de ruissellement à l'extérieur du réseau de captage du lixiviat pourrait également réduire les quantités de lixiviat générées.

Pour toutes ces raisons, le lixiviat généré par l'enfouissement combiné des mâchefers et des matériaux secs sera probablement caractérisé par une faible charge par rapport aux lixiviats produits par les sites d'enfouissement de matières résiduelles d'origine municipale courante de même que par son faible volume.

3.6.2 Filière de traitement du lixiviat

Compte tenu que des incertitudes demeurent relativement aux caractéristiques du lixiviat qui serait généré par la zone d'enfouissement combinée des mâchefers et des matériaux secs, à court terme, la Municipalité des Îles-de-la-Madeleine envisage de diriger les eaux de lixiviation issues des cellules d'enfouissement vers ses usines municipales de traitement des eaux usées. Les données recueillies lors de cette période permettraient d'établir une caractérisation précise des eaux de lixiviation propre au site des Îles-de-la-Madeleine ce qui permettrait d'obtenir des informations pertinentes pouvant influencer le choix de la solution à adopter pour le traitement des eaux de lixiviation à long terme.

De fait, sachant que les technologies se rapportant au traitement des eaux sont en constantes évolutions et ce, toujours dans le but d'accroître les performances de ces derniers et de minimiser les impacts aux points de rejet, les informations recueillies permettront de concevoir une filière de traitement parfaitement adaptée aux besoins du LET des Îles-de-la-Madeleine. Après une période minimale de deux ans, une analyse technico-économique permettrait de statuer sur la solution la plus avantageuse à retenir pour le traitement des eaux de lixiviation.

À long terme, trois alternatives sont actuellement envisagées pour le traitement des eaux de lixiviation, à savoir, le maintien du transfert des eaux de lixiviation vers les stations d'épuration existantes via l'utilisation de camion citerne, la mise en place d'une filière de traitement *in situ* complète exclusive au site d'enfouissement incluant un rejet au Golfe du Saint-Laurent, ou encore, l'intégration des eaux de lixiviation à la conception d'ouvrages complémentaires à la station d'épuration existante connexe au Centre de gestion des matières résiduelles de la MRC des Îles-de-la-Madeleine. Il est souligner que dans tous les cas, l'alternative retenue sera conforme aux exigences environnementales applicables et que toutes modifications apportées à la filière de traitement présentée dans le cadre du présent projet fera l'objet d'une demande de certificat d'autorisation spécifique.

La Municipalité dispose actuellement de cinq stations d'épuration municipales situées aux endroits suivants :

Tableau 3.3 – Stations d'épuration sur le territoire des Îles-de-la-Madeleine

Emplacement	Affluent en 2003			
	Débit m ³ /d	DBO ₅ kg/d	MES kg/d	Ptot kg/d
Cap-aux-Meules	1473	226	232	---
Fatima	308	70	68	---
Havre-Aubert	34	11	8	0,24
Havre-aux-Maisons	145	25	16	---
L'Étang-du-Nord	409	73	63	---

Source : Évaluation de performance des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux pour l'année 2003, Ministère des Affaires municipales, du sport et du loisir. Juin 2004

Une estimation conservatrice a établie que la quantité de lixiviat à traiter annuellement serait environ de l'ordre de 900 m³. Sur la base des hypothèses posées précédemment relativement à la composition des eaux de lixiviation, excluant la station située à L'Étang-du-Nord, les stations d'épuration actuelles peuvent facilement accueillir cet apport supplémentaire d'eaux de lixiviation issues du LET proposé (conversation personnelle Monsieur Jean Hubert, directeur adjoint à l'hygiène du milieu aux Îles-de-la-Madeleine). De plus, il est à souligner que le bassin d'accumulation permet un enlèvement non négligeable de la charge organique du lixiviat par digestion anaérobique. Cet enlèvement est influencé par la température de l'eau et le temps de

rétenion dans le bassin. En considérant la relation de Blakey (1992) pour les étangs non aérés, il est à prévoir que les taux d'enlèvement de la DBO_5 pourraient être de 20 % au printemps et à l'automne et pourraient atteindre jusqu'à 40 % à l'été.

3.7 DRAINAGE DE PROTECTION

Malgré l'implantation du système d'imperméabilisation au-dessus du niveau annuel moyen des hautes eaux souterraines, la mise en place d'un système de drainage de sûreté sous les collecteurs de lixiviat des cellules d'enfouissement technique demeure souhaitable afin de garantir l'intégrité des ouvrages d'imperméabilisation en cas de nappe haute extrême. Ce drain est illustré à la figure 7 de l'annexe C.

Sans ce système de contrôle du niveau maximal de la nappe d'eau souterraine, le système d'imperméabilisation pourrait subir une pression verticale ascendante en cas de conditions extrêmes. Ce risque demeure potentiel uniquement sur la période couvrant la construction et l'exploitation initiale d'une cellule d'enfouissement technique, période durant laquelle l'épaisseur de matières résiduelles faisant contrepoids sur le système est limitée.

Ce risque devient par contre négligeable dès la mise en place d'une première levée de matières résiduelles sur l'ensemble de la superficie d'une cellule d'enfouissement.

3.8 RECOUVREMENT FINAL IMPERMÉABLE

Le recouvrement final proposé pour l'aménagement du LET des Îles-de-la-Madeleine est composé des éléments suivants, du haut vers le bas :

- Un couvert de végétation herbacée adapté au milieu dunaire;
- Une couche de 150 mm de terre végétale et/ou de sable favorable à la croissance de la végétation;
- Une couche de 450 mm de sable pour permettre le drainage des eaux et assurer la protection du revêtement imperméable sous-jacent;
- Un revêtement imperméable constitué d'une géomembrane en PEHD de 1,0 mm d'épaisseur.
- Une couche d'assise du revêtement imperméable constitué de 300 mm d'épaisseur de sable de drainage. Cette couche pourra également favoriser la migration des biogaz vers les événements passifs.

Il est à noter qu'une analyse de stabilité des talus et de l'érosion devra être effectuée lors de la conception finale du LET afin de vérifier que les eaux de ruissellement provenant du dessus du site ne déstabiliseront pas les talus périphériques.

Le profil du recouvrement final est présenté à la figure 5 tandis qu'une coupe type est illustrée à la figure 6 (annexe C).

3.9 BIOGAZ

Aucun système actif de gestion des biogaz n'est prévu dans le cadre du concept d'aménagement. En effet, compte tenu que la capacité maximale du LET proposé est uniquement de 86 250 m³ au rythme de 1640 t/an, le projet de *Règlement sur l'élimination des matières résiduelles* n'impose pas l'implantation d'un système actif de biogaz. Ce type de système n'est requis que pour les sites dont la capacité totale excède 1 500 000 m³ ou encore recevant plus de 50 000 tonnes de matières résiduelles annuellement.

De plus, compte tenu de la faible teneur en matière organique des résidus à enfouir (mâchefers et matériaux secs), la mise en place d'un système actif de gestion des biogaz n'est pas justifiée. Il est donc recommandé de mettre en place une série d'événements passifs permettant de garantir qu'aucun gaz ne s'accumulera sous le recouvrement final imperméable, risquant ainsi de l'endommager.

Une coupe type d'un événement passif est présentée sur la figure 8 de l'annexe C.

3.10 AIRE D'ENTREPOSAGE TEMPORAIRE DES DÉCHETS EN CAS DE BRIS DE L'INCINÉRATEUR

La Municipalité Les Îles-de-la-Madeleine n'est pas à l'abri d'une défaillance de sa filière d'incinération. En cas de bris prolongé de l'incinérateur, la Municipalité n'aurait d'autre choix que de procéder à l'enfouissement des déchets non incinérés dans le LET proposé. Bien que les installations proposées seraient conformes pour l'enfouissement des déchets, il ne serait pas avantageux de procéder de la sorte, car en plus de perdre du volume d'enfouissement disponible, la charge en matière organique des eaux de lixiviation pourrait augmenter considérablement créant ainsi une possible surcharge des éventuels systèmes de traitement.

Une aire d'entreposage de dimensions de 35 mètres par 35 mètres et pouvant accumuler les résidus durant une période de 2 mois, soit l'équivalent de 750 tonnes de déchets représentant un volume non compacté d'environ 2135 m³, pourrait être aménagée. En raison de l'ultime destination des déchets, soit l'incinération, il est recommandé d'utiliser un recouvrement journalier alternatif imperméable tel que le système Écosol conçu par J.Y. Voghel inc. Ce système fabriqué au Québec est spécialement conçu pour être utilisé à titre de recouvrement journalier sur le front de matières résiduelles dans les sites d'enfouissement sanitaire. Le système consiste en une membrane enroulée sur un dispositif mécanique manipulé à l'aide de la machinerie présente sur le site. L'utilisation d'un tel recouvrement journalier aurait l'avantage

d'éviter de contaminer les déchets destinés à l'incinération avec du sable tout en limitant la formation de lixiviats.

Comme il s'agit de mesures d'entreposage temporaires, il est proposé de recourir à un système d'imperméabilisation à simple niveau de protection. De façon sommaire, le système d'imperméabilisation proposé se compose des éléments suivants, du haut vers le bas;

- Une couche de drainage constituée de 500 mm de sable reposant sur le revêtement imperméable dont la surface serait orientée selon les pentes minimales de 1% vers un drain de collecte des eaux de lixiviation en polyéthylène haute densité (PEHD);
- Un revêtement imperméable composite constitué d'une géomembrane en PEHD de 1,5 mm d'épaisseur associée à un géocomposite bentonitique.

Afin de préserver l'intégrité à long terme des ouvrages de confinement et de collecte des eaux de lixiviation, il pourrait toutefois s'avérer avantageux de mettre en place une plate-forme rigide en béton ou tout autre matériau. De plus, cette mesure pourrait faciliter grandement les opérations de récupération des déchets.

Comme la plate-forme temporaire ne devrait être utilisée qu'occasionnellement, la quantité des eaux de lixiviation générée annuellement ne devrait pas être importante. À part l'aménagement d'un regard à proximité de la plate-forme temporaire, aucun ouvrage de traitement des eaux de lixiviation n'est prévu. En fait, le regard installé permettra de récupérer les eaux de lixiviation et de les diriger vers les unités de traitement existantes.

Lorsque cette plate-forme ne sera pas en utilisation et qu'elle sera exempte de matières résiduelles, les eaux de ruissellement non contaminées seront évacuées à la mer via un fossé de drainage.

3.11 AIRE D'ENTREPOSAGE DES MATÉRIAUX D'EXCAVATION

Il est entendu qu'une gestion des matériaux granulaires excavés sera effectuée lors de chacune des phases de construction de façon à permettre de ségréguer les matériaux favorables au recouvrement journalier des matières résiduelles et à la construction du recouvrement final du LET. Les matériaux d'excavation seront principalement dirigés et entreposés à la limite nord du LET.

Toutefois, une partie de ces matériaux pourra être entreposée à proximité des cellules d'enfouissement en construction pour en permettre l'utilisation à court terme à titre de recouvrement journalier. Le transbordement de matériaux granulaires sur le site sera ainsi réduit.

3.12 CHEMIN D'ACCÈS, CHEMIN DE SERVICE ET TEMPORAIRE

Installé à proximité du Complexe de tri/compostage/incinération des matières résiduelles, le LET de la Municipalité Les Îles-de-la-Madeleine sera accessible par la route 199. Le chemin d'accès sera localisé aux limites sud et est du LET. Le chemin d'accès possèdera une largeur de 6 m afin de permettre aux camions de circuler en toute sécurité sur le site (voir figure 4 de l'annexe C).

Un chemin de service sera également aménagé en bordure des limites ouest et nord du LET de façon à permettre la réalisation des opérations d'entretien, de nettoyage et de suivi environnemental. Dédié à une circulation périodique, la largeur du chemin de service sera limitée à 4,0 m.

Finalement, des chemins de service temporaires seront aménagés périodiquement pour permettre l'accès à l'intérieur du LET jusqu'au front d'enfouissement. Ces chemins circuleront principalement au fond de l'excavation de façon à rejoindre le front d'enfouissement en exploitation.

3.13 INTÉGRATION VISUELLE AU PAYSAGE ET SURÉLÉVATION

L'intégration visuelle au paysage et la dissimulation des activités d'enfouissement constituent des enjeux importants lors de l'implantation d'un lieu d'enfouissement sanitaire. De fait, le projet de *Règlement sur l'élimination des matières résiduelles* prescrit que les LET doivent s'intégrer au paysage environnant et que les opérations d'enfouissement ne doivent pas être visibles d'un lieu public ni du rez-de-chaussée de toute habitation située dans un rayon de 1 km de l'aire d'élimination.

De manière à respecter ces exigences, une étude préliminaire d'intégration au paysage a été faite afin d'optimiser la hauteur de la crête du concept proposé. La figure 3 présente les résultats de l'analyse qui a permis d'établir l'élévation maximale de la crête périphérique du LET.

Ainsi, en fixant la valeur maximale de la crête périphérique à environ 9,1 mètres, les exigences relatives à l'intégration au paysage sont satisfaites. Il est à considérer que l'aire d'enfouissement proposée est localisée à proximité du centre de traitement des déchets de la MRC des Îles-de-la-Madeleine et que ce secteur est zoné industriel. Le relief relativement plat du site à l'étude fait en sorte que les activités d'enfouissement sont dissimulées par les dunes consolidées boisées aménagées à l'est de la route 199.

3.14 SÉQUENCE D'EXPLOITATION

L'aire d'élimination proposée totale a été divisée en deux phases d'exploitation. Une première aire d'élimination a été découpée en 12 CET d'une superficie maximale de 750 m² (600 à 750 m²) de façon à minimiser la production de lixiviat au cours de l'exploitation du LET. L'aire de la phase 2 sera aménagée de façon identique à la phase 1.

L'exploitation du LET se fera essentiellement en surélévation compte tenu de la hauteur de la nappe phréatique avec une mise en place progressive, soit environ à tous les 2 à 3 ans, du recouvrement final et du réseau de puits de captage des biogaz.

3.15 ASSURANCE-QUALITÉ

Un programme complet d'assurance-qualité sera développé en parallèle avec les plans et devis du projet afin de garantir la conformité des matériaux utilisés et des travaux réalisés. Ce programme d'assurance-qualité sera réalisé par une tierce partie indépendante de l'entrepreneur, qui exerce également son propre contrôle de qualité. Le programme d'assurance-qualité englobe les deux volets suivants :

- **Assurance-qualité** : Ce volet regroupe l'ensemble des actions et moyens pris pour assurer la conformité des méthodes de construction et des matériaux avec les spécifications du projet. Ce programme, réalisé par le consultant en assurance-qualité, vise également à s'assurer que le contrôle de la qualité est implanté et fonctionne de façon effective.
- **Contrôle de la qualité** : Ce programme d'activités vise, par des inspections et des essais, à s'assurer que les travaux de l'entrepreneur et les produits des manufacturiers sont conformes aux spécifications du projet. Ces essais sont réalisés par l'entrepreneur sous la supervision du responsable de l'assurance-qualité du projet.

La réalisation du programme d'assurance-qualité implique une collaboration étroite entre les intervenants suivants au dossier:

- le contrôleur : le professionnel indépendant qui a le mandat de mettre en œuvre le programme d'assurance qualité pour la surveillance des travaux;
- le laboratoire : le ou les laboratoires approuvés par le contrôleur pour la réalisation de tous les essais in-situ ou en laboratoire (matériaux synthétiques et granulaires). Ce laboratoire est indépendant de l'entrepreneur et de ses sous-traitants ;
- l'entrepreneur : l'entrepreneur mandaté pour la construction des infrastructures de gestion des matières résiduelles est responsable en ce qui concerne les exigences de tous les documents contractuels et même pour la partie des travaux réalisée par l'un ou l'autre de ses sous-traitants. L'entrepreneur prend à sa charge la garantie des travaux exécutés par ses

sous-traitants. Dans le cadre de son mandat, il est responsable de tous les travaux effectués ainsi que de tous les contrôles de qualité prévus au devis ;

- le manufacturier : toute personne physique, société ou compagnie qui fournit les produits manufacturés nécessaires à la réalisation des travaux.

3.15.1 Plan d'assurance-qualité

De façon sommaire, le plan d'assurance-qualité traite des éléments suivants :

- les rôles et tâches des divers intervenants;
- les modalités requises pour la documentation des diverses activités incluant les plans tel que construit et le rapport de certification final;
- la documentation à être fournie par le manufacturier et l'entrepreneur relativement au contrôle de qualité;
- les procédures de vérification de la conformité des matériaux incluant le prélèvement des échantillons et l'interprétation des résultats;
- les méthodes de déploiement et d'installation des divers matériaux;
- les procédures de réparation et d'acceptation.

Un programme précis d'assurance-qualité sera développé lors de la préparation des plans et devis pour la construction de la première phase du LET. À titre indicatif, une copie du devis d'assurance-qualité développé par la firme d'ingénierie André Simard et associés spécifiquement pour l'installation des composantes géosynthétiques d'un LET est jointe à l'annexe D du présent document.

