

Annexe 9.

Étude technique – lieu d'enfouissement technique de Saint-Alphonse

Municipalité de Saint-Alphonse
Aménagement du lieu
d'enfouissement technique
de Saint-Alphonse

Étude technique

Mars 2007

RÉDIGÉ PAR :

GUY PÉLOQUIN, ING., M.Sc.

VÉRIFIÉ PAR :

JEAN BERNIER, ING., M.Sc.

Version finale
Le 23 avril 2007

1. INTRODUCTION	1
2. DESCRIPTION DU SITE	2
2.1 LOCALISATION.....	2
2.2 RESPECT DES EXIGENCES DE LOCALISATION.....	2
3. SCHÉMA D'AMÉNAGEMENT DU LET	4
3.1 AIRE D'ÉLIMINATION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES.....	4
3.2 BALANCE, BÂTIMENT DE SERVICE ET POSTE DE CONTRÔLE.....	5
3.3 CHEMIN D'ACCÈS, CHEMIN DE SERVICE ET CHEMIN TEMPORAIRE	5
3.4 AIRE D'ENTREPOSAGE DES MATÉRIAUX MEUBLES.....	6
3.5 AIRE DE TRAITEMENT DU LIXIVIAT	7
3.6 MESURE DE DISSIMULATION	7
4. MODE ET SÉQUENCE D'EXPLOITATION	8
5. SYSTÈME D'IMPERMÉABILISATION	10
5.1 SYSTÈMES DE DRAINAGE ET COLLECTE DU LIXIVIAT	12
6.0 RECOUVREMENT FINAL IMPERMÉABLE.....	16
7.0 GESTION DU BIOGAZ	17
8.0 SYSTÈME DE TRAITEMENT DES EAUX DE LIXIVIATION	17
8.1 GÉNÉRALITÉS	18
8.2 LIXIVIAT GÉNÉRÉ PAR LE LET	18
8.3 CHARGES POLLUANTES À TRAITER.....	21
8.4 EXIGENCES DE TRAITEMENT	22
8.5 FILIÈRE DE TRAITEMENT DU LIXIVIAT	23
8.6 MODE D'OPÉRATION	36
9.0 MODALITÉS OPÉRATIONNELLES DU LET.....	36
9.1 CONTRÔLE ET INSPECTION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES REÇUES.....	36
9.2 OPÉRATIONS D'ENFOUISSEMENT	37
9.3 CONTRÔLE DE L'ÉPARPILLEMENT DES MATIÈRES RÉSIDUELLES.....	39
9.4 CONTRÔLE DE LA POUSSIÈRE.....	39
9.5 MACHINERIE.....	39
9.6 MAIN-D'ŒUVRE	40
9.7 HEURES D'OUVERTURE	40
9.8 ENTRETIEN PRÉVENTIF.....	41
10.0 ASSURANCE QUALITÉ	41
10.1 PLAN D'ASSURANCE QUALITÉ	42
11.0 ESTIMATION DES COÛTS D'ÉLIMINATION.....	43

Bibliographie..... 45

LISTE DES ANNEXES :

- ANNEXE 1 Données météorologiques
- ANNEXE 2 Modélisation hydrologique (HELP)
- ANNEXE 3 Détails de calculs – Traitement des eaux de lixiviation
- ANNEXE 4 Équations utilisées pour calculs d'aération
- ANNEXE 5 Devis d'assurance qualité

Plans d'aménagement et de détails

1. Introduction

La Municipalité de Saint-Alphonse désire implanter un lieu d'enfouissement technique (LET) sur son territoire.

Ce projet vise à répondre aux besoins des MRC de Bonaventure et d'Avignon et possiblement d'autres usagers situés dans la région de la Gaspésie.

La fermeture du lieu d'enfouissement sanitaire (LES) de New Richmond et l'abandon du projet d'agrandissement de ce site par la Régie intermunicipale de gestion des déchets solides de New Richmond, Caplan et Maria ont rendu nécessaire ce projet.

De plus, avec l'entrée en vigueur le 19 janvier 2006 du Règlement sur l'Enfouissement et l'Incinération des Matières Résiduelles (REIMR), les dépôts en tranchée situés sur le territoire devront être fermés au plus tard le 19 janvier 2009 et ainsi, les municipalités n'auront aucun lieu pour disposer économiquement leurs matières résiduelles.

En effet, les lieux d'enfouissement existants pouvant potentiellement recevoir ces matières (Villes de Rimouski, Matane et Gaspé) sont situés à de trop grandes distances et ils sont limités par décret soit dans le tonnage admissible annuellement ou dans le territoire qu'ils peuvent desservir.

Le présent volet technique du projet traite des aspects physiques des éléments constituant le LET. Il est basé sur les exigences prévues par le Règlement sur l'Élimination et l'Incinération des Matières Résiduelles.

Le projet d'aménagement est décrit dans les pages qui suivent, dans un premier temps, en terme de localisation, puis en termes plus techniques, abordant l'aménagement général du site, les critères de conception, la description des divers systèmes et composantes techniques, les infrastructures connexes, le mode d'opération et en dernier lieu, les données économiques. L'ensemble des plans d'aménagement et de détails se trouvent à l'annexe 7.

2. Description du site

2.1 LOCALISATION

Le terrain ciblé pour l'aménagement du LET est localisé à la limite sud de la municipalité de Saint-Alphonse sur le lot 1018 du cadastre officiel du canton de Hamilton, circonscription de Bonaventure dans le MRC de Bonaventure.

Il est borné au nord, à l'est et à l'ouest par des terrains fortement boisés et au sud par le Rang 5. Son accès est possible par le Rang 5 via la route de Saint-Alphonse reliant la Municipalité de Caplan à celle de Saint-Alphonse.

Le terrain est présentement la propriété de Monsieur Éloi Bernard et Madame Pierrette Leblanc, résidents au 100, 2^{ième} Rang à Maria. La municipalité a d'ailleurs signé une option d'achat du terrain le 23 mars 2006, qui est valide pour une période de 24 mois à partir de sa signature.

La superficie d'acquisition est de 41,7 hectares permettant ainsi l'aménagement de 12 cellules d'enfouissement technique (LET) de dimensions individuelles de 190 m par 50 m, d'un système de traitement des eaux de lixiviation, d'un écocentre et d'un bâtiment abritant garage, guérite avec balance et système de détection de radiation et bureaux administratifs.

2.2 RESPECT DES EXIGENCES DE LOCALISATION

Le LET proposé respecte toutes les exigences prescrites par le Règlement sur l'Élimination et l'Incinération des Matières Résiduelles (REIMR) dont :

- Ø le LET est situé à une distance supérieure à 1 km des prises d'eau ou puits servant à l'alimentation du réseau d'aqueduc municipal ou d'un réseau d'aqueduc privé;
- Ø le LET sera construit à l'extérieur de la ligne d'inondation (1/100 ans) de tout cours d'eau;
- Ø le LET est localisé à l'extérieur de la zone à risques de mouvement de terrain identifiée;

- Ø en conclusion de l'étude hydrogéologique et géotechnique (PESCA Environnement 2007), il est jugé que le potentiel aquifère de la nappe phréatique locale est limitée;

- Ø le plan d'aménagement du LET prévoit le maintien d'une zone tampon d'une largeur minimale de 50 mètres destinée à préserver l'isolement du lieu, à en atténuer les nuisances et à permettre, au besoin, l'exécution de travaux correctifs sur toute la périphérie de la propriété.

3. Schéma d'aménagement du LET

De façon générale, le schéma d'aménagement proposé pour le LET englobe les éléments suivants :

- Ø L'aire d'élimination des matières résiduelles;
- Ø l'aire administrative et de services incluant le bâtiment, le garage et la balance;
- Ø le chemin d'accès, le chemin de service et les chemins temporaires;
- Ø l'aire d'entreposage de matériaux;
- Ø l'aire du système de traitement du lixiviat.

3.1 AIRE D'ÉLIMINATION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES

L'aire d'élimination proposée est illustrée au plan 2 de l'annexe 7. Elle couvre une superficie totale de 114 000 m² pour une capacité d'enfouissement totale de 1 420 544 m³ incluant les matériaux de recouvrement journalier, soit environ 886 400 tonnes de matières résiduelles.

Le projet vise une capacité annuelle maximale d'enfouissement de 40 000 tonnes alors qu'il est prévu des tonnages annuels initiaux minimum d'enfouissement de 24 000 tonnes de matières résiduelles.

Ainsi, sur la base de ces 24 000 tonnes/an, la durée de vie active maximale du lieu d'enfouissement sera d'environ 37 ans alors que la durée de vie active minimale sera de 22 ans calculés sur la base d'année à tonnage annuel maximal de 40 000 tonnes.

Sur le plan de l'aménagement des diverses structures constituant le LET, la Municipalité projette des infrastructures pouvant recevoir le tonnage annuel maximal de 40 000 tonnes, s'offrant ainsi la capacité de gérer l'ensemble des taux d'entrée des matières résiduelles jusqu'au maximum de 40 000 tonnes/an. Toutefois et indépendamment du taux d'entrée des matières résiduelles (24 000 tonnes/an à 40 000 tonnes/an), le LET sera

exploité par la construction progressive de 12 cellules d'enfouissement techniques (LET) de superficie égale à 9 500 m² chacune et d'une durée de vie variant entre 1 à 6 ans (40 000 tonnes/an).

La masse de matières résiduelles après recouvrement final au niveau maximal d'exploitation prévu, s'élèvera à une élévation de 143,7 mètres, soit à un maximum d'environ 21 mètres au-dessus du terrain naturel.

3.2 BALANCE, BÂTIMENT DE SERVICE ET POSTE DE CONTRÔLE

Conformément au projet de Règlement sur l'Élimination et l'Incinération des Matières Résiduelles (REIMR), l'installation d'un détecteur de radiation, d'une balance et d'un poste de pesée sont prévues à l'entrée du LET. Le poste de pesée permettra de contrôler l'accès des divers camions au LET. Il sera aménagé à même le bâtiment de service qui comprendra un garage pour l'entretien de la machinerie, une cuisinette pour les employés travaillant sur le site et un bureau administratif.

Le bâtiment de service aura une superficie d'environ 150 m². Il sera construit à l'entrée du site à quelques centaines de mètres du Rang 5. Ce bâtiment possèdera les équipements nécessaires à la sécurité et à la protection de la santé des employés oeuvrant sur le site (eau potable, installations sanitaires, chauffage, téléphone, etc.).

3.3 CHEMIN D'ACCÈS, CHEMIN DE SERVICE ET CHEMIN TEMPORAIRE

Le LET de Saint-Alphonse sera accessible par le Rang 5 qui sera complètement réaménagé (structure, voirie, drainage). Le chemin d'accès sera localisé à la limite ouest du LET et aura une longueur d'environ 1 300 mètres. Une barrière d'accès sera implantée à l'entrée du chemin d'accès pour empêcher l'accès vers le LET en dehors des heures d'ouverture. Le chemin d'accès possèdera une largeur de 10 m afin de permettre aux camions de circuler en toute sécurité sur le site. Ce chemin permettra également l'accès à l'écocentre et à l'aire de traitement du lixiviat localisés à l'extrémité sud des CET.

Un chemin de service sera également aménagé progressivement 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 8,0 m et une aire de virage sera aménagée à son extrémité.

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.

3.4 AIRE D'ENTREPOSAGE DES MATÉRIAUX MEUBLES

3.4.1 Matériaux d'excavation

Une gestion des matériaux meubles excavés sera effectuée lors de chacune des étapes de construction des CET de façon à permettre leur ressuyage et leur ségrégation visant l'emploi des matériaux réutilisables pour la construction, soit des assises des futures cellules d'enfouissement ou la construction des bassins de traitement du lixiviat.

Les matériaux non réutilisables immédiatement après leur excavation seront entreposés au sud du LET entre le bâtiment, l'écocentre et l'aire de traitement des eaux de lixiviation (voir plan 2 à l'annexe 7).

De par la nature des matériaux meubles en place, leur utilisation pour fin de recouvrement journalier n'est pas possible. Ceci amènera la nécessité d'importer ces matériaux.

3.4.2 Matériaux de recouvrement journalier

Au taux d'enfouissement de 40 000 tonnes/an, les besoins en matériaux de recouvrement journalier se chiffrent à environ 13 000 m³/an, soit 50 m³ par jour d'opération au lieu d'enfouissement ou encore 1 050 m³ par mois.

Leur importation étant requise, une aire d'entreposage sera aménagée à proximité des cellules d'enfouissement tel qu'il est illustré au plan 2 de l'annexe 7. Cette aire de 2 500 m² sera suffisante pour entreposer jusqu'à 6 500 m³, soit l'équivalent des besoins en matériaux de recouvrement pour une période de 6 mois.

La hauteur d'entreposage est fixée à 5 mètres et les dimensions maximales horizontales sont de 30 mètres par 60 mètres.

3.5 AIRE DE TRAITEMENT DU LIXIVIAT

Le LET sera muni d'un système complet de traitement in-situ des eaux de lixiviation. Ce système sera localisé à l'extrémité sud des CET. L'aire de traitement du lixiviat est montrée au plan 2 à l'annexe 7.

Au total, une superficie de 2,1 ha est requise pour l'aménagement des ouvrages de traitement, excluant la zone tampon de 50 m avec la limite de propriété imposée par la réglementation.

3.6 MESURE DE DISSIMULATION

En conclusion de l'étude d'intégration au paysage (réf. : Rapport – Étude d'intégration visuelle au paysage – Aménagement du lieu d'enfouissement de Saint-Alphonse – André Simard et associés, décembre 2006, no de projet 06-2369), la zone d'étude de 1 km autour de la limite de l'aire d'enfouissement future prévue pour le LET ne comporte aucune percée visuelle significative en direction de l'emplacement prévu pour le LET. De plus, le paysage forestier domine la zone à l'étude et des terrains boisés bornent la future aire d'exploitation. Le profil final du LET n'est donc pas contraint par les règles d'intégration au paysage édictées dans le REIMR.

Ainsi, aucune mesure de dissimulation supplémentaire des activités au LET n'est prévue dans le cadre du présent projet.

4. Mode et séquence d'exploitation

L'aire d'enfouissement a été découpée en 12 CET d'une superficie individuelle de 9 500 m², soit 50 mètres de largeur par 190 mètres de longueur et ce, de manière à minimiser la production de lixiviat au cours de l'exploitation du LET.

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

Le tableau 4.1 décrit la séquence d'exploitation présumée pour le LET en considérant un tonnage annuel de 40 000 tonnes. Selon les quantités réelles enfouies, la séquence d'exploitation pourra varier légèrement devant la vie utile du LET.

Tableau 4.1 : SÉQUENCE D'EXPLOITATION APPROXIMATIVE

ANNÉE	Tonnage cumulatif	Volume cumulatif	CET exploitée fin trimestre	Longueur ouverte du LET	Longueur en exploitation	Longueur non exploitée	Longueur recouverte	Superficie ouverte totale	Superficie en recouvrement intermédiaire	Superficie ouverte non exploitée au TN	Superficie en recouvrement final
	TM	(m ³)		(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)
0,33	13333	21368	1	150	50	100	0	28500	9500	19000	0
0,67	26667	42736	2	150	100	50	0	28500	19000	9500	0
1,00	40000	64104	3	150	150	0	0	28500	28500	0	0
1,33	53333	85472	3	150	150	0	0	28500	28500	0	0
1,67	66667	106840	3	150	150	0	0	28500	28500	0	0
2,00	80000	128208	3	150	150	0	0	28500	28500	0	0
2,33	93333	149576	3	150	150	0	0	28500	28500	0	0
2,67	106667	170944	3	150	150	0	0	28500	28500	0	0
3,00	120000	192312	3	150	150	0	0	28500	28500	0	0
3,33	133333	213680	3	150	150	0	0	28500	28500	0	0
3,67	146667	235048	3	150	150	0	0	28500	28500	0	0
4,00	160000	256416	4	250	200	50	70	47500	24700	9500	13300
4,33	173333	277784	4	250	250	0	70	47500	34200	0	13300
4,67	186667	299152	4	250	250	0	70	47500	34200	0	13300
5,00	200000	320520	4	250	250	0	70	47500	34200	0	13300
5,33	213333	341888	4	250	250	0	70	47500	34200	0	13300
5,67	226667	363256	4	250	250	0	70	47500	34200	0	13300
6,00	240000	384624	5	250	250	0	125	47500	23750	0	23750
6,33	253333	405992	5	250	250	0	125	47500	23750	0	23750
6,67	266667	427360	5	250	250	0	125	47500	23750	0	23750
7,00	280000	448728	5	250	250	0	125	47500	23750	0	23750
7,33	293333	470096	5	250	250	0	125	47500	23750	0	23750
7,67	306667	491464	5	250	250	0	125	47500	23750	0	23750
8,00	320000	512832	6	350	300	50	180	66500	22800	9500	34200
8,33	333333	534200	6	350	350	0	180	66500	32300	0	34200
8,67	346667	555568	6	350	350	0	180	66500	32300	0	34200
9,00	360000	576936	6	350	350	0	180	66500	32300	0	34200
9,33	373333	598304	6	350	350	0	180	66500	32300	0	34200
9,67	386667	619672	6	350	350	0	180	66500	32300	0	34200
10,00	400000	641040	7	350	350	0	230	66500	22800	0	43700
10,33	413333	662408	7	350	350	0	230	66500	22800	0	43700
10,67	426667	683776	7	350	350	0	230	66500	22800	0	43700
11,00	440000	705144	7	350	350	0	230	66500	22800	0	43700
11,33	453333	726512	7	350	350	0	230	66500	22800	0	43700
11,67	466667	747880	7	350	350	0	230	66500	22800	0	43700
12,00	480000	769248	8	450	400	50	280	85500	22800	9500	53200
12,33	493333	790616	8	450	450	0	280	85500	32300	0	53200
12,67	506667	811984	8	450	450	0	280	85500	32300	0	53200
13,00	520000	833352	8	450	450	0	280	85500	32300	0	53200
13,33	533333	854720	8	450	450	0	280	85500	32300	0	53200
13,67	546667	876088	8	450	450	0	280	85500	32300	0	53200
14,00	560000	897456	8	450	450	0	280	85500	32300	0	53200
14,33	573333	918824	9	450	450	0	335	85500	21850	0	63650
14,67	586667	940192	9	450	450	0	335	85500	21850	0	63650
15,00	600000	961560	9	450	450	0	335	85500	21850	0	63650
15,33	613333	982928	9	450	450	0	335	85500	21850	0	63650
15,67	626667	1004296	9	450	450	0	335	85500	21850	0	63650
16,00	640000	1025664	9	450	450	0	335	85500	21850	0	63650
16,33	653333	1047032	10	550	500	50	380	104500	22800	9500	72200
16,67	666667	1068400	10	550	550	0	380	104500	32300	0	72200
17,00	680000	1089768	10	550	550	0	380	104500	32300	0	72200
17,33	693333	1111136	10	550	550	0	380	104500	32300	0	72200
17,67	706667	1132504	10	550	550	0	380	104500	32300	0	72200
18,00	720000	1153872	10	550	550	0	430	104500	22800	0	81700
18,33	733333	1175240	11	550	550	0	430	104500	22800	0	81700
18,67	746667	1196608	11	550	550	0	430	104500	22800	0	81700
19,00	760000	1217976	11	550	550	0	430	104500	22800	0	81700
19,33	773333	1239344	11	550	550	0	430	104500	22800	0	81700
19,67	786667	1260712	11	550	550	0	430	104500	22800	0	81700
20,00	800000	1282080	11	550	550	0	430	104500	22800	0	81700
20,33	813333	1303448	12	600	600	0	490	114000	20900	0	93100
20,67	826667	1324816	12	600	600	0	490	114000	20900	0	93100
21,00	840000	1346184	12	600	600	0	490	114000	20900	0	93100
21,33	853333	1367552	12	600	600	0	490	114000	20900	0	93100
21,67	866667	1388920	12	600	600	0	490	114000	20900	0	93100
22,00	880000	1410288	12	600	600	0	490	114000	20900	0	93100
Fermeture								114000	0	0	114000

5. Système d'imperméabilisation

L'étude hydrogéologique et géotechnique réalisée dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement a démontré que la mise en place d'un système d'imperméabilisation à double niveau de protection conforme au REIMR était requis au LET de Saint-Alphonse.

En effet, le matériau meuble en place de nature majoritairement silteuse ne présente pas la perméabilité requise de 1×10^{-6} cm/s sur une épaisseur minimale uniforme de 6 m.

Le socle rocheux a été atteint entre 2,56 et 7,62 mètres de profondeur alors que la nappe d'eau souterraine est presque affleurante à certains endroits.

Le système d'imperméabilisation sera donc construit à plus de 1,5 mètre du socle rocheux et au-dessus du niveau des eaux souterraines tel qu'il est stipulé aux articles 22 et 23 respectivement du REIMR.

Aucun abaissement de la nappe d'eau souterraine n'est prévu à l'égard des conditions de construction de l'article 23 du REIMR. Cependant, un fossé périphérique au LET sera construit de manière à intercepter les eaux de ruissellement provenant de l'amont hydraulique du LET et des eaux de ruissellement produites par les eaux météoriques interceptées à la hauteur du LET.

La construction de ce fossé sera préalable à celle des CET et du système de traitement du lixiviat afin d'obtenir des surfaces de travail stabilisées et d'y permettre la réalisation des travaux d'excavation et de remplacement (si requis) des premiers 600 mm, soit la couche de terre végétale, les souches et systèmes racinaires ainsi que les couches supérieures de sol dont la capacité portante serait trop faible pour l'assise de la colonne de matières résiduelles à supporter.

Le système d'imperméabilisation proposé pour le LET de Saint-Alphonse est illustré au plan 7 à l'annexe 7. Ce système se compose, du haut vers le bas, des éléments suivants :

- Ø Une couche de drainage constitué de 500 mm d'épaisseur d'un gravier ou pierre possédant une conductivité hydraulique minimale de 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% ;

- Ø Un réseau primaire de collecte des eaux de lixiviation constitué de drains perforés en PEHD d'un diamètre minimum de 150 mm noyé dans la pierre ou gravier de la couche drainante;
- Ø Un revêtement imperméable supérieur constitué d'un géotextile de protection et d'une géomembrane en PEHD de 1,5 mm d'épaisseur ;
- Ø Un système de détection de fuite constitué d'un géofilet de drainage d'une épaisseur minimale de 5 mm posé directement sur le revêtement imperméable inférieur ;
- Ø Un revêtement imperméable inférieur composite constitué d'une géomembrane en PEHD de 1,5 mm d'épaisseur et d'un géocomposite bentonitique ;
- Ø Une assise de 150 mm d'épaisseur minimum posée sur le fond d'excavation en remplacement des matériaux meubles existants de faible capacité portante.

L'utilisation d'une membrane d'argile synthétique, communément appelée un géocomposite bentonitique, a été retenue pour la conception du système d'imperméabilisation. L'équivalence de ce type de membrane géosynthétique est reconnue par le MDDEP puisque son utilisation en alternative à l'argile a été éprouvée dans de nombreux LET. De plus, son utilisation permet de limiter considérablement l'épaisseur du système d'imperméabilisation tout en facilitant le contrôle qualitatif au chantier.

De la même façon, un géofilet de drainage est proposé en équivalence pour la couche de détection de fuite. Ce géofilet, d'une épaisseur minimale de 5 mm, offrira une transmissivité hydraulique égale ou supérieure à celle de la couche granulaire imposée dans le REIMR (1×10^{-2} cm/s). 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 la conduite de collecte du lixiviat au niveau du système de détection de fuite.

La base du système d'imperméabilisation sera aménagée au-dessus du niveau des eaux souterraines tel qu'établi dans le cadre de l'étude géotechnique et hydrogéologique (PESCA Environnement, 2007). Les coupes réalisées aux plans 5 et 6 à l'annexe 7 montrent la position du système d'imperméabilisation par rapport au niveau des eaux souterraines.

5.1 SYSTÈMES DE DRAINAGE ET COLLECTE DU LIXIVIAT

Le plan 3 présente la configuration du système de collecte du lixiviat pour les 12 CET qui constitueront progressivement l'aire de disposition des matières résiduelles sur la période d'exploitation du LET.

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. Dans le cas d'un LET nécessitant un double niveau d'imperméabilisation, le REIMR limite l'accumulation de lixiviat sur le revêtement imperméable supérieur à moins de 300 mm. Les paramètres qui influencent la conception du système primaire de drainage des eaux de lixiviation sont :

- Ø Le débit de lixiviat qui percole à travers les matières résiduelles et s'infiltré dans la couche de drainage ;
- Ø L'épaisseur et la conductivité hydraulique de la couche de drainage ;
- Ø L'espacement entre les drains perforés ;
- Ø La pente du revêtement imperméable vers les drains.

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

L'utilisation d'un système de drainage bi-directionnel (dents de scie) a été retenue pour le LET de Saint-Alphonse puisque la nappe souterraine présente un gradient hydraulique relativement plat et parallèle au terrain naturel. La valeur minimale de 2% a été retenue pour déterminer la distance maximale de drainage admissible et l'espacement des drains.

De façon sécuritaire, la conductivité hydraulique de la couche de drainage primaire a été posée à la valeur minimale de 10^{-2} cm/s imposée par le règlement, 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.

Le débit journalier maximal de lixiviat 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 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 de Caplan pour les températures et précipitations (Station météo Caplan # 705 1120). Ces données météorologiques sont disponibles à l'annexe 1.

La simulation hydrologique réalisée (voir l'annexe 2) sur la base des données précédentes a permis d'établir que le débit d'infiltration maximal sera de l'ordre de 17,2 mm/j avec une distance de drainage de 25 m. Ceci maintient donc la charge hydraulique sur le revêtement imperméable supérieur en-deçà de l'exigence de 300 mm. Suite à l'utilisation d'un système de drainage bi-directionnel, l'espacement entre les drains a été finalement posé à 50 m.

Système secondaire de collecte du lixiviat

Un système secondaire de collecte des eaux de lixiviation sera aménagé entre les deux revêtements imperméables à titre de système de détection de fuites. Ce système permettra de détecter la présence de fuite au niveau de la géomembrane supérieure tout en permettant la récupération de ces eaux de lixiviation. Ce système sera composé d'un géofilet de drainage d'une transmissivité minimale de $3 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ afin de rencontrer l'efficacité prescrite à l'article 26 du REIMR. 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 fuite. Le lixiviat intercepté par le système de détection de fuite sera dirigé vers un collecteur principal indépendant constitué d'une conduite en PEHD perforée de 150 mm de diamètre.

Collecteurs de lixiviat

Les collecteurs primaire et secondaire de lixiviat seront constitués de conduites en PEHD de 200 mm et 150 mm respectivement. Les conduites auront une pente minimale de 0,5%. Le collecteur primaire possèdera ainsi une capacité de 22 litres/s ce qui est suffisant pour supporter la pointe journalière de débit estimée à 2 litres/s pour les conditions critiques sur la période d'exploitation (ouverture de la CET #10). Le lixiviat intercepté par les deux collecteurs se rejettera dans une station de pompage (SP-1) à l'extrémité aval des CET pour être ensuite acheminé par la conduite de refoulement au bassin d'accumulation.

Postes de pompage

Un premier poste de pompage sera aménagé à la limite aval des CET pour refouler le lixiviat vers le bassin d'accumulation de la filière de traitement. Une conduite de refoulement en PEHD de 100 mm de diamètre permettra le refoulement du lixiviat sur une longueur approximative de 100 m. La station de pompage sera munie de deux pompes d'une capacité individuelle minimale de 5 litres/s.

Collecteur pluvial

Dans le but de réduire la production de lixiviat, un collecteur pluvial sera aménagé en parallèle à la conduite primaire de collecte du lixiviat afin d'évacuer les eaux de pluie des CET construites mais non exploitées, directement au milieu hydrographique.

Avant de recevoir des matières résiduelles, le drain du système primaire de collecte du lixiviat de la CET sera raccordé au collecteur pluvial permettant ainsi l'évacuation des eaux météoriques. Ce raccordement sera modifié lorsque l'enfouissement des matières résiduelles débutera dans la CET de façon à diriger le lixiviat maintenant produit vers le collecteur primaire de lixiviat pour refoulement vers le système de traitement. Les eaux de lixiviation interceptées par le système de détection de fuites seront immédiatement dirigées vers le collecteur secondaire de lixiviat, les quantités à ce niveau étant négligeables.

Les eaux pluviales seront dirigées, par l'entremise d'un fossé, vers le ruisseau situé au sud des CET.

Accès de nettoyage

Afin de maintenir l'efficacité du réseau de collecte des eaux de lixiviation, des accès de nettoyage seront aménagés à l'extrémité de tous les drains et collecteurs de lixiviat. Le nettoyage des conduites s'effectuera au besoin. Le plan 7 à l'annexe 7 présente un accès de nettoyage typique pour les drains de lixiviat.

6.0 RECOUVREMENT FINAL IMPERMÉABLE

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

Deux types de recouvrement final imperméable sont généralement utilisés pour les LET, le premier sert pour le recouvrement des talus périphérique qui ont une pente généralement de 30 % tandis que le second est utilisé sur le toit du site où les pentes se situent entre 2 à 5%.

Le recouvrement final proposé pour les talus périphériques et le toit du LET de Saint-Alphonse est illustré au plan 10 à l'annexe 7. Il est composé des éléments suivants :

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

Pour assurer la stabilité du talus périphérique, un réseau de drains perforés pourra être aménagé si requis selon la conception finale à l'intérieur de la couche de drainage sus-jacente au revêtement imperméable afin d'éviter la création de pressions interstitielles. Ces pressions d'eau peuvent induire une déstabilisation des matériaux granulaires et provoquer leur glissement sur le revêtement imperméable. Ces drains, espacés d'environ 10 à 15 m, seraient raccordés au fossé périphérique ceinturant le LET pour permettre l'évacuation des eaux interceptées.

Un réseau d'évacuation du biogaz devra également être aménagé dans la couche de captage de biogaz au niveau des talus périphériques afin d'éviter l'établissement de pression pouvant induire un soulèvement de la géomembrane et une déstabilisation des sols sus-jacents. Ce réseau d'évacuation pourra être constitué de drains perforés de faible diamètre qui seront raccordés au puits d'évacuation des biogaz.

Le plan 5, à l'annexe 7 montre le profil final proposé pour le LET après la mise en place du recouvrement final. Par rapport au terrain naturel, le LET montrera une surélévation variant d'environ 21,7 m au sud-est à environ 17,9 m au nord-ouest.

À partir de la quatrième année d'exploitation, le recouvrement final sera installé de façon récurrente à tous les deux ans sur l'ensemble des superficies complétées au moment des travaux. Cette fréquence de mise en place permettra de maintenir une superficie de recouvrement final de l'ordre de 10000 m², une superficie jugée acceptable pour la réalisation des travaux.

7.0 GESTION DU BIOGAZ

Conformément à l'article 32 du REIMR, le LET sera muni de puits passif d'évacuation des biogaz, chacun assurant l'évacuation des biogaz produits pour chaque tranche de 4000 m² de surface mesurée sur le plan horizontal. Les plans 4 et 10 à l'annexe 7, présentent la localisation des puits ainsi que les détails de construction. L'installation de système de captage mécanique avec brûlage n'est pas requise du fait que la capacité maximale du LET est inférieure à 1 500 000 m³ et que le taux annuel maximum d'enfouissement est inférieur à 50 000 tonnes.

8.0 SYSTÈME DE TRAITEMENT DES EAUX DE LIXIVIATION

Le système de traitement des eaux de lixiviation sera aménagé dans l'espace disponible entre l'extrémité sud des CET et le ruisseau traversant le LET dans l'axe est-ouest, un peu plus au sud.

À la lumière du tableau 8.2, il est aisé de constater que le lixiviat produit fluctue en fonction des divers types de surfaces d'exploitation, c'est-à-dire surface en phase exploitation, surface aménagée en attente d'exploitation et surface en recouvrement final.

Chaque type de surface réapparaît tout au long de la vie active du LET, ce qui en résulte un débit d'eau de lixiviation produit relativement constant au cours des années d'exploitation. Le débit annuel variant peu, soit de 10 016 m³ en l'an 7 d'exploitation à 17 406 m³ en l'an 17, il a été jugé judicieux de concevoir le système de traitement des eaux de lixiviation pour le débit maximum produit.

8.1 GÉNÉRALITÉS

Le présent chapitre présente en détail les hypothèses et calculs qui ont mené à la définition de la chaîne de traitement des eaux de lixiviation.

Sommairement, cette chaîne de traitement sera constituée des éléments principaux suivants :

- Ø Un bassin d'accumulation permettant un traitement anaérobie ;
- Ø Deux bassins de traitement aérobie, le premier scindé en deux étangs aérés séparés par un rideau flottant et le deuxième scindé en trois étangs, les deux premiers aérés et le troisième non aéré pour permettre la décantation, tous séparés par des rideaux flottants ;
- Ø Un système de dosage d'acide phosphorique en tête des étangs aérés ;
- Ø Un système de traitement par polissage;
- Ø Un système de désinfection au peroxyde d'hydrogène.

Ces ouvrages de traitement seront complétés par diverses stations de pompage associées à un réseau de distribution et de refoulement du lixiviat.

8.2 LIXIVIAT GÉNÉRÉ PAR LE LET

Le lixiviat est produit par l'infiltration et la percolation des eaux météoriques à travers la masse de déchets enfouis. Ces eaux migrent à travers les déchets et se chargent de divers composés organiques et inorganiques, de matières en suspension et de micro-organismes pour former une solution aqueuse complexe.

La production de lixiviat d'un LET est influencée par plusieurs facteurs, notamment :

- Ø Les conditions météorologiques (précipitations annuelles, évaporation, etc.) ;
- Ø Le mode d'exploitation du LET (type de déchets, compaction, etc.) ;
- Ø La proportion des superficies en exploitation par rapport à celles ayant fait l'objet d'un recouvrement final ;
- Ø Le type et la performance des matériaux de recouvrement final utilisés au niveau des diverses zones du LET ;
- Ø Le type et la performance des systèmes d'imperméabilisation et de collecte des lixiviats au niveau des diverses zones du LET.

Ces nombreux facteurs et leur variabilité intrinsèque font en sorte qu'il est fort difficile de déterminer avec précision la quantité annuelle de lixiviat à traiter. De plus, la production de lixiviat varie autant d'une année à l'autre que mensuellement en fonction de la variation des différents facteurs cités précédemment. Le système de traitement retenu présente l'avantage d'être relativement flexible afin de s'accommoder des variations annuelles de production de lixiviat, les variations saisonnières et mensuelles pouvant être contrôlées par le bassin d'accumulation.

La production de lixiviat a été estimée en considérant différentes épaisseurs de matières résiduelles. Avec une exploitation essentiellement en surélévation, ces simulations hydrologiques ont permis d'établir que la production moyenne de lixiviat au niveau des cellules en exploitation devrait être de l'ordre de 35 % du volume annuelle des précipitations . Ce volume tient compte que l'infiltration des eaux vers la masse de matières résiduelles sera favorisée au détriment du ruissellement vers le plancher d'assise du LET puisqu'il sera difficile d'en effectuer une séparation efficace au pied du front d'enfouissement. Dans cette situation, il est jugé préférable d'utiliser l'établissement d'un taux d'humidité favorable à leur biodégradation.

Après la mise en place du recouvrement final imperméable, une simulation hydrologique complémentaire montre que la production de lixiviat devrait diminuer à environ 3,5 % du volume des précipitations .

De plus, il fut considéré que 100 % des précipitations atteignant les surfaces des cellules en exploitation, mais non encore recouvertes de déchets étaient acheminées en totalité au bassin d'accumulation des lixiviats, augmentant ainsi les volumes à traiter.

Le tableau 8.2 montre la séquence d'exploitation et la méthode utilisée pour estimer la production annuelle de lixiviat au cours de l'exploitation du LET. Les calculs, sur la base des hypothèses précédentes, ont été réalisés en considérant une précipitation annuelle moyenne de 972,08 mm avec un écart-type de 123,33 mm (station météorologique Caplan # 7051120).

Étude technique

Aménagement d'un lieu d'enfouissement technique à Saint-Alphonse

Tableau 8.2 : Production des eaux de lixiviation

Estimation annuelle de lixiviat

Précipitation annuelle	972,08	mm	Volume de recouv inter.	22%
Écart Type	123,33	mm	Compacité	0,80 TM/m.cu.
Cellule en exploitation	35%			
Cellule recouverte final	3,5%			
Cellule ouverte non-exploitée	100%			
Tonnage annuel	40000	TM		

ANNÉE	Tonnage cumulatif TM	Volume cumulatif ** (m³)	Cellule en exploitation en fin de trimestre	Longueur ouverte du LET (m)	Longueur en exploitation (m)	Longueur non exploitée (m)	Longueur recouverte (m)	Superficie ouverte totale (m²)	Superficie en recouvrement intermédiaire (m²)	Superficie ouverte non exploitée au TN (m²)	Superficie en recouvrement final (m²)	Lixivié produit moyen (m³/j)	Lixivié produit annuel (m³/an)	Lixivié produit maximum (m³/an)	ANNÉE
0,33	13333	21368	1	150	50	50	0	28500	9500	9500	0	34			0,33
0,67	26667	42736	2	150	100	50	0	28500	19000	9500	0	43			0,67
1	40000	64104	3	150	150	0	0	28500	28500	0	0	27	12621	14222	1,00
1,33	53333	85472	3	150	150	0	0	28500	28500	0	0	27			1,33
1,67	66667	106840	3	150	150	0	0	28500	28500	0	0	27			1,67
2,00	80000	128208	3	150	150	0	0	28500	28500	0	0	27	9696	10927	2,00
2,33	93333	149576	3	150	150	0	0	28500	28500	0	0	27			2,33
2,67	106667	170944	3	150	150	0	0	28500	28500	0	0	27			2,67
3,00	120000	192312	3	150	150	0	0	28500	28500	0	0	27	9696	10927	3,00
3,33	133333	213680	3	150	150	0	0	28500	28500	0	0	27			3,33
3,67	146667	235048	3	150	150	0	0	28500	28500	0	0	27			3,67
4,00	160000	256416	4	250	200	50	70	47500	24700	9500	13300	50	12495	14080	4,00
4,33	173333	277784	4	250	250	0	70	47500	34200	0	13300	33			4,33
4,67	186667	299152	4	250	250	0	70	47500	34200	0	13300	33			4,67
5,00	200000	320520	4	250	250	0	70	47500	34200	0	13300	33	12088	13622	5,00
5,33	213333	341888	4	250	250	0	70	47500	34200	0	13300	33			5,33
5,67	226667	363256	4	250	250	0	70	47500	34200	0	13300	33			5,67
6,00	240000	384624	5	250	250	0	125	47500	23750	0	23750	24	11022	12420	6,00
6,33	253333	405992	5	250	250	0	125	47500	23750	0	23750	24			6,33
6,67	266667	427360	5	250	250	0	125	47500	23750	0	23750	24			6,67
7,00	280000	448728	5	250	250	0	125	47500	23750	0	23750	24	8888	10016	7,00
7,33	293333	470096	5	250	250	0	125	47500	23750	0	23750	24			7,33
7,67	306667	491464	5	250	250	0	125	47500	23750	0	23750	24			7,67
8,00	320000	512832	6	350	300	50	180	66500	22800	9500	34200	50	11977	13497	8,00
8,33	333333	534200	6	350	350	0	180	66500	32300	0	34200	33			8,33
8,67	346667	555568	6	350	350	0	180	66500	32300	0	34200	33			8,67
9,00	360000	576936	6	350	350	0	180	66500	32300	0	34200	33	12153	13695	9,00
9,33	373333	598304	6	350	350	0	180	66500	32300	0	34200	33			9,33
9,67	386667	619672	6	350	350	0	180	66500	32300	0	34200	33			9,67
10,00	400000	641040	7	350	350	0	230	66500	22800	0	43700	25	11183	12602	10,00
10,33	413333	662408	7	350	350	0	230	66500	22800	0	43700	25			10,33
10,67	426667	683776	7	350	350	0	230	66500	22800	0	43700	25			10,67
11,00	440000	705144	7	350	350	0	230	66500	22800	0	43700	25	9244	10417	11,00
11,33	453333	726512	7	350	350	0	230	66500	22800	0	43700	25			11,33
11,67	466667	747880	7	350	350	0	230	66500	22800	0	43700	25			11,67
12,00	480000	769248	8	450	400	50	280	85500	22800	9500	53200	52	12430	14007	12,00
12,33	493333	790616	8	450	450	0	280	85500	32300	0	53200	35			12,33
12,67	506667	811984	8	450	450	0	280	85500	32300	0	53200	35			12,67
13,00	520000	833352	8	450	450	0	280	85500	32300	0	53200	35	12799	14423	13,00
13,33	533333	854720	8	450	450	0	280	85500	32300	0	53200	35			13,33
13,67	546667	876088	8	450	450	0	280	85500	32300	0	53200	35			13,67
14,00	560000	897456	8	450	450	0	280	85500	32300	0	53200	35	12799	14423	14,00
14,33	573333	918824	9	450	450	0	335	85500	21850	0	63650	26			14,33
14,67	586667	940192	9	450	450	0	335	85500	21850	0	63650	26			14,67
15,00	600000	961560	9	450	450	0	335	85500	21850	0	63650	26	9600	10817	15,00
15,33	613333	982928	9	450	450	0	335	85500	21850	0	63650	26			15,33
15,67	626667	1004296	9	450	450	0	335	85500	21850	0	63650	26			15,67
16,00	640000	1025664	9	450	450	0	335	85500	21850	0	63650	26	9600	10817	16,00
16,33	653333	1047032	10	550	500	50	380	104500	22800	9500	72200	53			16,33
16,67	666667	1068400	10	550	550	0	380	104500	32300	0	72200	37			16,67
17,00	680000	1089768	10	550	550	0	380	104500	32300	0	72200	37	15447	17406	17,00
17,33	693333	1111136	10	550	550	0	380	104500	32300	0	72200	37			17,33
17,67	706667	1132504	10	550	550	0	380	104500	32300	0	72200	37			17,67
18,00	720000	1153872	10	550	550	0	430	104500	22800	0	81700	29	12476	14059	18,00
18,33	733333	1175240	11	550	550	0	430	104500	22800	0	81700	29			18,33
18,67	746667	1196608	11	550	550	0	430	104500	22800	0	81700	29			18,67
19,00	760000	1217976	11	550	550	0	430	104500	22800	0	81700	29	10537	11874	19,00
19,33	773333	1239344	11	550	550	0	430	104500	22800	0	81700	29			19,33
19,67	786667	1260712	11	550	550	0	430	104500	22800	0	81700	29			19,67
20,00	800000	1282080	11	550	550	0	430	104500	22800	0	81700	29	10537	11874	20,00
20,33	813333	1303448	12	600	600	0	490	114000	20900	0	93100	28			20,33
20,67	826667	1324816	12	600	600	0	490	114000	20900	0	93100	28			20,67
21,00	840000	1346184	12	600	600	0	490	114000	20900	0	93100	28	10278	11582	21,00
21,33	853333	1367552	12	600	600	0	490	114000	20900	0	93100	28			21,33
21,67	866667	1388920	12	600	600	0	490	114000	20900	0	93100	28			21,67
22,00	880000	1410288	12	600	600	0	490	114000	20900	0	93100	28	10278	11582	22,00
Fermeture								114000	0	0	114000	11	3879	4371	Fermeture

À la lumière du tableau 8.2, le débit annuel de lixiviat devrait atteindre un maximum d'environ 17 406 m³ vers le dix-septième année d'exploitation du site, et ce, évalué sur la base de la moyenne des précipitations augmentées d'un écart-type. L'année 17 a donc été utilisée pour le dimensionnement des équipements de traitement.

8.3 CHARGES POLLUANTES À TRAITER

Se basant sur les concentrations moyennes de lixiviats enregistrées sur plusieurs LET au Québec, nous retenons des concentrations en DBO₅ de 12 000mg/l et en azote ammoniacal de 500 mg/l. Celles-ci demeurent relativement constante tout au long de la période d'exploitation du LET.

En ce qui a trait aux autres paramètres dont les concentrations sont, soit déjà sous les normes du REIMR ou soit facilement réduites au niveau des objectifs de traitement par la filière proposée, les valeurs typiques sont présentées au tableau suivant :

Tableau 8.3 : Composition typique des eaux de lixiviation				
Paramètres	Unité	Lixiviat jeune (<2 ans)		Lixiviat mature (>10ans)
		Variation	Valeur typique	Variation
Nitrate (exprimé en N)	mg/L	0.1-50	25	5-10
Matières en suspension (MeS)	mg/L	200-2000	500	100-400
Phosphore total	mg/L	0.1-50	30	5-10
Sulfates totaux (SO ₄ ⁻²)	mg/L	10-1000	190-300	20-50
Sulfures totaux (exprimé en S ⁻²)	mg/L	0.7-40	9,35	--
Chlorures (exprimé en Cl)	mg/L	3-3000	500-795	100-400
Dureté CaCO ₃)	mg/L	300-10000	2175-3500	200-500
Alcalinité (CaCO ₃)	mg/L	1000-10000	3000-3820	200-1000
Composés phénoliques (Indice phénols)	mg/L	0.04-44	1.3-1.5	--
Cadmium (Cd)	mg/L	0.011-0.165	0,04	--
Chrome (Cr)	mg/L	0.079-1.79	0,33	--
Fer (Fe)	mg/L	50-1200	60-180	20-200
Mercuré (Hg)	mg/L	0.2-50	1,21	--
Nickel (Ni)	mg/L	0.02-2.05	0,42	--
Plomb (Pb)	mg/L	0.008-1.02	0.15-0.30	--
Zinc (Zn)	mg/L	0.05-170	4,06	--
pH		5.3-8.5	6.0-6.6	6.6-7.5

* Adapté de Tchobanoglous et al., 1993; Transfert environnement, 1993; Christensen, 1992.

Les valeurs de DBO₅, d'azote ammoniacal et celles du tableau ci-haut demeurent cependant théoriques. Au cours des premières années d'exploitation, le programme de surveillance

environnementale permettra de valider plusieurs des hypothèses utilisées et de réévaluer les débits et charges futurs sur la base de données recueillies sur le terrain.

8.4 EXIGENCES DE TRAITEMENT

Les eaux de lixiviation doivent être épurées de façon à rencontrer les exigences minimales de l'article 53 du REIMR présentées dans le tableau 8.4 suivant .

Paramètres	Résultat journalier	Moyenne mensuelle (1)
Azote ammoniacal (mg/l)	25	10
Coliformes fécaux (U.F.C./100 ml)	275	100 (2)
Composés phénoliques (mg/l)	0,085	0,030
Demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO ₅)	150	65
Matières en suspension (mg/l)	90	35
Zinc (mg/l)	0,17	0,07
pH	Supérieur à 6,0, mais inférieur à 9,5	

(1) Ces valeurs limites ne s'appliquent qu'aux eaux qui feront l'objet d'un traitement.

(2) Cette valeur limite sera établie sur la base d'une moyenne géométrique, les autres valeurs limites étant établies selon une moyenne arithmétique.

De plus, la chaîne de traitement sera conçue, exploitée et améliorée de façon à ce que les eaux rejetées à l'environnement s'approchent le plus possible de la valeur limite des paramètres visés par les objectifs environnementaux de rejet (OER) qui seront définies par la Direction du Suivi de l'État de l'Environnement (DSEE) en fonction du cours d'eau récepteur prenant origine à l'intérieur du lot 1018.

8.5 FILIÈRE DE TRAITEMENT DU LIXIVIAT

Une filière de traitement biologique par étangs aérés avec polissage et désinfection de l'effluent a été retenue pour le LET de Saint-Alphonse. Cependant, pour rencontrer les exigences de rejets imposées pour la DBO_5 et le NH_4 , le système de traitement ne pourra être opéré que lorsque la température initiale de l'eau sera supérieure à $8^{\circ}C$, soit approximativement de la mi-mai à la fin octobre (167 jours). En dehors de la période de traitement, le lixiviat devra par conséquent être retenu dans un bassin d'accumulation de grande capacité.

Le tableau 8.5 présente le débit qui sera pompé à la chaîne de traitement en fonction d'une période de traitement de 167 j/an alors que les charges polluantes retenues sont présentées au tableau 8.6. Pour la conception de la filière de traitement, l'influence des précipitations sur le bassin d'accumulation a été considérée puisqu'elles induisent un accroissement non négligeable du débit à traiter. En effet, pendant la période d'hivernation du système de traitement, l'évaporation est négligeable et toutes les eaux météoriques (neiges et pluies) qui tombent dans le bassin d'accumulation augmentent indirectement le volume d'eau à traiter sur la période d'opération. Par contre, sur la période de traitement, l'influence des précipitations sera négligée par hypothèse puisque l'évaporation induira un bilan négatif si on se base sur les données météorologiques locales.

Tableau 8.5 – Débit de pompage au système de traitement aéré

Mois	Nombre de jour de pompage	Débit de lixiviat produit par le LET	Volume de précipitation au bassin	Débit de pompage aux bassins aérés	Volume pompé aux bassins aérés	Besoin d'accumulation
		(année moy. + 1 É.C.T.)	m ³ /mois	m ³ /jour	m ³ /mois	(année moy. + 1 É.C.T.)
		m ³ /mois	m ³ /mois	m ³ /jour	m ³ /mois	m ³
Janvier	0	1674	253	0	0	6939
Février	0	1239	187	0	0	8365
Mars	0	1604	242	0	0	10211
Avril	0	1688	255	0	0	12155
Mai	15	2040	308	100	1500	13003
Juin	30	2049	310	150	4500	10861
Juillet	31	2162	327	220	6820	6530
Août	31	2073	313	220	6820	2096
Septembre	30	1847	279	150	4500	0
Octobre	30	2267	343	100	3000	0
Novembre	0	1761	266	0	0	2948
Décembre	0	1793	271	0	0	5012
Total		22197	3354		27140	

TABLEAU 8.6 : ÉTABLISSEMENT DES PARAMÈTRES DE CONCEPTION POUR LA FILIÈRE DE TRAITEMENT DU LIXIVIAT			
Années d'exploitation	17 ans		
Débit annuel	17 406 m ³ /d		
Période de traitement	167 d/an		
Débit journalier max.	220 m ³ /d		
	Concentration	Charge	
	mg/l	kg/an	kg/d (220m ³ /s)
DBO ₅	12 000	208 872	2 640
DCO	22 250	387 284	4 895
MeS	500	8 703	110
NH ₄	500	8 703	110

Tableau 8.7 – Dimensions du bassin d'accumulation

Paramètres de conception		
Précipitations nettes annuelles (P-E)	600	mm
Estimation du volume d'accumulation requis		
Volume de lixiviat et précipitation accumulé ($V_L + V_P$)	13003	m ³
Volume de boues ($V_{BG} = 15\%$ de V_L)	1447	m ³
Volume disponible pour boue sous les entrée-sortie (V_{BG} disponible)	809	
Volume d'accumulation requis ($V_T = V_L + V_{BG} + V_P - V_{BG}$ disponible)	13641	m ³
Caractéristiques du bassin d'accumulation requis		
Hauteur d'eau	5,0	m
Revanche	1,0	m
Pente des digues	3:1	H:V
Longueur au fond	50,0	m
Largeur au fond	30,0	m
Longueur en tête de digue	86,0	m
Largeur en tête de digue	66,0	m
Superficie en tête de digue	5590	m ²
Volume disponible au fil de l'eau	13693	m ³
Volume disponible à 0,5 sous niveau supérieur du bassin	16165	m ³

De façon générale, la filière de traitement comprend les éléments suivants :

- € bassin d'accumulation de 13 693 m³ de capacité utile;
- € une station de pompage, à la sortie du bassin d'accumulation permettant la régulation des débits vers les bassins aérés;
- € deux étangs formant quatre bassins aérés de 1 929 m³ chacun et un bassin final de décantation d'environ 1000 m³;
- € un regard déversoir suivi d'une seconde station de pompage à la sortie du bassin de décantation permettant ainsi le maintien du niveau des eaux à l'intérieur des bassins et la régulation du débit à l'étape de traitement suivante ;
- € une unité de polissage;
- € un système de désinfection par dosage de peroxyde d'hydrogène;
- € regard avec conduite émissaire.

La chaîne de traitement est présentée au plan 2 de l'annexe 7.

Les paragraphes qui suivent présentent chaque élément de la chaîne de traitement :

A) Bassin d'accumulation

La capacité requise pour le bassin d'accumulation a été établie de façon sécuritaire à partir des débits maximum mensuels de lixiviat produit par le LET (moyenne mensuelle + 1 écart-type) pour l'année de production maximale de lixiviat, soit l'année 17.

Le volume d'entreposage requis a par la suite été majoré de 15% pour tenir compte des boues. Le volume d'emménagement a finalement été majoré afin de considérer l'impact des précipitations nettes annuelles (précipitations-évaporation = 600 mm) sur la superficie établie du bassin d'accumulation.

Les tableaux 8.5 et 8.7 présentent l'estimation du volume d'emménagement requis et la conception préliminaire du bassin d'accumulation proposé. Le bassin possèdera

donc une capacité totale de 13 693 m³/an au fil de l'eau pour une superficie totale en tête des digues de 5590 m². Ainsi, les eaux seront accumulées dans le bassin en période hivernale, et selon l'année d'exploitation du LET, la période de traitement et de rejet à l'environnement s'échelonnera au maximum sur 167 jours, soit approximativement de la mi-mai au 30 octobre et ce, pour l'année 17 d'exploitation.

La hauteur d'eau normale est de 5,0 m pour le maintien d'une revanche de 1,0 m. Le bassin sera imperméabilisé à l'aide d'un niveau de protection composite constitué d'une géomembrane PeHD de 1,5 mm d'épaisseur sus-jacente à un géocomposite bentonitique de 6 mm d'épaisseur ($k \approx 3 \times 10^{-9}$ cm/s). Un enrochement de pierres 50-150 mm déposé sur un géotextile de 6 mm d'épaisseur assurera la protection des composantes du système d'imperméabilisation. Ce système d'imperméabilisation est conforme aux exigences techniques du REIMR.

Ce bassin dit «non aéré» a une influence sur le rendement global de la chaîne de traitement puisqu'il s'y produit une digestion anaérobie. Ce rendement du traitement qu'il procure est influencé par la température de l'eau et le temps de résidence de cette eau.

Blakey et al. (1992) a établi une relation permettant d'évaluer le rendement des bassins non aérés qui se présente comme suit :

$$V = Q \ln(1 - DCO) / k$$

où

V = Volume du bassin d'accumulation (m³)

Q = Débit journalier moyen entrant au bassin d'accumulation (m³/jour)

DCO = Taux d'enlèvement (il est conservateur de considérer le taux d'enlèvement de la DBO5 équivalent à celui de la DCO).

K = Constante de réaction (jour⁻¹)

$$= 0,0012 \text{ à } 4^{\circ}\text{C}$$

$$= 0,0083 \text{ à } 10^{\circ}\text{C}$$

$$= 0,0317 \text{ à } 25^{\circ}\text{C}$$

V/Q = Temps de rétention moyen «t» (jour)

$$\text{DCO} = 1 - e^{(-kt)}$$

Les températures moyennes de l'eau qui ont été mesurées dans divers bassins d'accumulation de lixiviat au Québec sont de l'ordre de 5 à 6°C sous le couvert de glace durant l'hiver et de plus de 10°C pour la période de traitement active du lixiviat avec rejet à l'environnement.

Ainsi, de façon sécuritaire, les taux d'enlèvement de la DBO_5 dans le bassin d'accumulation seront calculés à l'aide des constantes de réaction «K» à 4°C et 10°C pour la période hivernale et celle de traitement actif respectivement.

Toujours de façon sécuritaire, les temps de rétention moyen considérés pour fin de calculs sont ceux de l'année 17. Ils sont évalués à 127 jours pour l'eau séjournant l'hiver et à 72 jours pour l'eau séjournant pendant la période active avec rejet à l'environnement. Les rendements d'enlèvement de la DBO_5 sont ainsi évalués à 20 % pour l'hiver et 45 % pour la période active.

Ces taux d'enlèvement correspondent assez bien aux rendements observés au Québec pour ce type de bassin. Toutefois, pour les fins de la présente, un taux d'enlèvement de 40 % sera utilisé pour la période active et la valeur de 20 % pour la période hivernale sera conservée.

B) Station de régulation incluant les équipements requis pour l'ajout de nutriments

Une station de pompage est requise entre le bassin d'accumulation et les bassins aérés dans le but de régulariser le débit dirigé vers les bassins aérés, et ce, de façon à abaisser le niveau du bassin d'accumulation jusqu'au radier des conduites interconnectrices pour la période d'accumulation.

Deux (2) pompes submersibles fonctionnant en alternance, chacune d'une capacité de 5 l/s contre une tête totale de 5 mètres, sont requises pour pouvoir, en plus du volume de lixiviats quotidiens générés, relever les lixiviats et les précipitations accumulés dans le bassin d'accumulation pendant la période inactive du traitement.

Le volume d'eau quotidien maximum à transférer, aux conditions ultimes (année 17) a été évalué à environ 220 mètres cubes.

La digestion aérobique de la matière organique dans les bassins aérés est réalisée par des bactéries qui nécessitent trois (3) éléments essentiels pour croître, soit :

- ∉ La nourriture qui sera sous forme de matières organiques ou DBO_5 ;
- ∉ L'oxygène fournie par le système d'aération ;
- ∉ Les éléments nutritifs et, plus particulièrement, l'azote et le phosphore.

Pour les éléments nutritifs, le rapport optimal de DBO_5 : N : P est de 100 : 5 : 1. Or, dans les eaux de lixiviation, le phosphore est généralement déficient et agit comme inhibiteur au procédé. Il faudra donc faire un suivi du niveau du phosphore dans les étangs aérés sur une base régulière et ajouter de l'acide phosphorique au besoin dans le poste de régularisation pour assurer un maintien de 100 : 1 entre la DBO_5 et le phosphore.

C) Bassins aérés

Les bassins aérés permettent l'abaissement, entre autres, des charges polluantes organiques (DBO_5) et d'azote ammoniacal (NH_4). Alors que la concentration de la charge organique connaîtra une baisse continue au long du traitement aéré, la réduction de la charge azotée ne sera vraiment effective qu'à la fin du traitement aérobie lorsque le rapport DBO_5 /azote aura atteint une valeur d'ordre inférieur à 2.

Ainsi, la nitrification ou réduction de la concentration en azote ammoniacal se manifestera qu'à la fin du périple des lixiviats le long de la succession des bassins aérés.

Tout comme dans le cas du traitement par bassin non aéré, le rendement du traitement aéré est fonction du temps de séjour (ou débit journalier) et de la température de l'eau dans les bassins.

Les hypothèses de calcul du système de bassins aérés sont présentées au tableau 8.8.

Tableau 8.8 - Hypothèse température et débit journalier

Mois	Année 17	
	T° eau (°C)	Débit journalier (m ³ /jour)
Mai	9	100
Juin	18	150
Juillet	25	220
Août	18	220
Septembre	12	150
Octobre	9	100

.1 Réduction de la charge organique (DBO₅)

Le calcul de réduction de la charge organique est réalisé à l'aide du modèle d'Eckenfelder, soit :

$$S_e = \frac{FS_0}{1 + K_T t}$$

Où :

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

$$\begin{aligned} K_{20}^{\circ C} &= 0,23 \text{ pour régime de bassin aéré facultatif} \\ &= 0,83 \text{ pour régime de bassin aéré complètement mélangé} \\ &= 1,065 \end{aligned}$$

$$T = \text{Température de l'eau}$$

$$S_e = \text{DBO}_5 \text{ à l'effluent d'un bassin (mg/l)}$$

$$S_0 = \text{DBO}_5 \text{ à l'affluent d'un bassin (mg/l)}$$

$$\begin{aligned} F &= 1,2 \text{ pour régime de bassin aéré facultatif} \\ &= 1,0 \text{ pour régime de bassin aéré complètement mélangé} \end{aligned}$$

$$t = V/Q$$

Où : t = temps de rétention (jour)

V = Volume du bassin (m³)

Q = Débit journalier (m³/jour)

Le traitement aéré sera donc assuré par une succession de quatre bassins.

L'aération dans le premier bassin est telle que le mélange sera complet (complètement mélangé) d'où l'utilisation de la constante de réaction $K_{20^{\circ}\text{C}} = 0,83 \text{ jour}^{-1}$ alors que les bassins no. 2 à no. 4 inclusivement fonctionneront sous le régime de bassin aéré facultatif, d'où l'utilisation de la constante de réaction $K_{20^{\circ}\text{C}} = 0,23 \text{ jour}^{-1}$.

Les résultats globaux anticipés du rendement du système aéré sont présentés au tableau 8.9 suivant alors que l'annexe 3 peut être consulté afin de prendre connaissance des hypothèses et détails de calculs. À la lumière des résultats obtenus, il est aisé de constater que les objectifs de rejet seront facilement atteints dans le cas de la charge organique DBO₅.

TABLEAU 8.9 : RENDEMENT DU TRAITEMENT AÉRÉ

			Mai/oct.	Juillet	Août	Sept.
	Débit journalier (m ³ /j)		100	220	220	150
DBO ₅	Effluent	R (%)	99,5 %	99,7 %	99,10 %	99,17 %
	Effluent	mg/l	46,5	18,17	65,0	64,1
	Effluent	kg/j	4,65	4,0	14,3	9,61
NH ₄	Effluent	mg/l	500	58,94	190,04	188,58

.2 Réduction de la charge azotée (azote ammoniacal)

Le calcul de la réduction de la charge en azote ammoniacal est réalisé par l'utilisation des données présentées au tableau 8.10 et tirés de Metcalf et Eddy inc. (1991). À partir de ces valeurs, une équation fut obtenue et utilisée pour fin de calcul, soit :

$$\% \text{ nitrification} = 20,647 (\text{DBO}_5/\text{NTK})^{-0,8677}$$

$$R^2 = 0,9967$$

TABLEAU 8.10 : POURCENTAGE DE NITRIFICATION EN FONCTION DU RAPPORT DBO_5/NTK

Rapport DBO_5/NTK	Pourcentage de nitrification
0	100
0,5	35
1	21
2	12
3	8,3
4	6,4
5	5,4
6	4,3
7	3,7
8	3,3
9	2,9

La valeur de l'azote ammoniacal est quant à elle obtenue en considérant le rapport $\text{NH}_4/\text{NTK} = 0,85$, valeur observée dans plusieurs site de traitement des eaux de lixiviation au Québec.

Les résultats de nitrification sont présentés au tableau 8.9 alors que les détails et hypothèses de calcul sont présentés à l'annexe 3.

On constate que le traitement aéré ne suffit pas à l'atteinte des objectifs de traitement, d'où la nécessité du traitement de polissage qui est présenté dans les paragraphes qui suivent.

.3 Description des bassins aérés et de décantation

Les quatre (4) bassins aérés ainsi que le bassin de décantation auront une hauteur d'eau admissible de 5,0 mètres.

Le tableau 8.11 suivant présente leurs caractéristiques . Les bassins seront imperméabilisés à l'aide d'un niveau de protection composite constitué d'une géomembrane PeHD de 1,5 mm d'épaisseur sus-jacente à une géocomposite bentonitique de 6 mm d'épaisseur ($k_A 3 \times 10^{-9}$ cm/s). Un enrochement de pierre 50-150 mm déposé sur un géotextile de 6 mm d'épaisseur assurera la protection des composantes du système d'imperméabilisation. Ce système d'imperméabilisation est conforme aux exigences techniques du REIMR.

TABLEAU 8.11 : CARACTÉRISTIQUES DES BASSINS AÉRÉS ET DE DÉCANTATION

	Bassin #1		Bassin #2		
	No 1	No 2	No 3	No 4	Décantation
Régime de traitement	Aéré complètement mélangé	Aéré facultatif	Aéré facultatif	Aéré facultatif	
Dimension au fond (m x m)	9,3 m x 18,6 m		9,3 m x 28,6 m		
Dimensions fil de l'eau (m x m)	39,9 m x 49,2 m		39,9 m x 59,2 m		
Hauteur d'eau totale (m)	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Revanche (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Hauteur totale des talus (m)	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
V_t = Volume total (m ³)	1929	1929	1929	1929	750
V_b = Volume boue (m ³)	0	175	175	175	
V_u = Volume utile (m ³)	1929	1754	1754	1754	

.4 Besoins en aération

Les besoins en aération ont été calculés pour les diverses conditions de débit journaliers et de température présentés au tableau 8.8. Les paramètres utilisés pour le transfert d'oxygène figurent au tableau 8.12 suivant alors que les équations utilisées pour les calculs sont présentées à l'annexe 4.

TABLEAU 8.12 : PARAMÈTRES POUR CALCUL D'AÉRATION

Paramètre	Valeur conception
Élévation du site	125,0
Alpha	0,75 à 0,90
Beta	0,95
Kg O ₂ /kg DBO ₅ enlevé (aéré facultatif)	2,25
Kg O ₂ /kg DBO ₅ enlevé (complètement mélangé)	1,5
Kg O ₂ /kg NH ₄ enlevé	6,0
Oxygène résiduel (mg/l)	2,0
Hauteur d'eau (m)	4,5
Hauteur d'injection d'air (m)	1,2

Les rapports AOR/SOR calculés à partir de ces paramètres et en fonction de la température sont comme suit :

À T = 9°C	AOR/SOR = 0,581
À T = 12°C	AOR/SOR = 0,572
À T = 18°C	AOR/SOR = 0,557
À T = 25°C	AOR/SOR = 0,549

Les résultats détaillés des calculs de besoin en oxygène sont présentés à l'annexe 3 alors que les besoins maximum pour chacun des bassins à l'année 17 se résument comme suit :

Bassin N°	Kg O ₂ /heure	T° (°C)	AOR	kgO ₂ /heure
	AOR		SOR	SOR
1	90,62	25	0,549	165,0
2	14,36	18	0,557	25,8
3	11,89	25	0,549	21,66
4	11,03	25	0,549	20,09

Pour fin d'évaluation préliminaire de la puissance d'opération, on considère des aérateurs submergés de type à jet dont les taux de transfert d'oxygène sont 13,2 kg O₂/heure pour un aérateur de 18 hp et de 6,8 kg O₂/heure pour un aérateur de 10 hp.

Étant donné la grande dimension des bassins et la recherche de l'uniformisation de l'aération en plus des besoins en oxygène, la répartition des aérateurs est la suivante.

Bassin no	Nombre aérateur	Fourni kgO ₂ /h	Besoin kgO ₂ /h
1	13 x 18 hp	171,6	165,0
2	4 x 10 hp	27,2	25,8
3	4 x 10 hp	27,2	21,66
4	3 x 10 hp	20,04	20,09

D) Station de pompage pour alimentation de l'unité de polissage – Puits P-3

Une station de pompage est requise à la sortie du bassin de décantation afin d'alimenter l'unité de polissage. Trois (3) pompes submersibles fonctionnant en alternance chacune d'une capacité de 5,0 litres/s contre une tête d'eau d'environ de 7,0 mètres, alimenteront tour à tour une portion de l'unité de polissage.

E) Unité de polissage – Lits de tourbe

L'alternative la mieux documentée et éprouvée en de tel lieu d'enfouissement technique pour la réduction de l'azote ammoniacal est le polissage sur lit de tourbe. Bien que d'autres systèmes pourraient éventuellement voir le jour ou faire l'objet de démonstrations probantes en regard de l'application au présent projet, nous présentons dans le cadre de cette étude et ce, pour fin d'évaluation des infrastructures et des coûts, le système sur lit de tourbe.

Ainsi, l'unité de polissage sur tourbe qui serait installée compléterait le travail déjà amorcé en bassins aérés. À la lumière des données du tableau 8.9, les charges en azote ammoniacal varieront de 58,94 à 500 mg/l à la sortie des étangs aérés. Elles seront abaissées sous la barre des 10 mg NH₄/l suite au passage du lit de tourbe.

D'autres paramètres subiraient une baisse de leur concentration lors du passage des lixiviats dans le biofiltre, soit la DBO₅, la DCO, les MES, les métaux, les phénols, les coliformes totaux et fécaux et autres.

Le milieu filtrant pourrait être composé de trois (3) lits de tourbe de 4440 m² chacun. Chaque lit de polissage est composé de tourbe à biofiltration sélectionné pour l'application. Les détails de construction seront précisés à la demande du certificat d'autorisation.

F) Désinfection et mesure de débit

Afin de s'assurer que les concentrations en bactéries coliformes et fécales dans les eaux traitées seront réduites sous les objectifs visés, un système de désinfection par oxydation chimique au peroxyde d'hydrogène est prévu à la fin de la chaîne de traitement. L'injection du peroxyde d'hydrogène se fera à l'aide d'une pompe doseuse à la sortie de l'unité de polissage et ce, à l'intérieur d'un bassin de rétention. Ce système de désinfection est conçu de manière à ce que le temps de contact soit de plus de 30 minutes au débit de 5,0 litres/s.

Un petit bâtiment abritera les panneaux de contrôle électrique et servira également à l'entreposage des contenants d'acide phosphorique. Les pompes doseuses de peroxyde seront installées aussi à l'intérieur du bâtiment de service.

Mesures de débit

Le débit de lixiviat sera mesuré en continu au niveau de la station de pompage SP-1 refoulant le lixiviat vers le bassin d'accumulation ainsi qu'au niveau de la station de pompage SP-3 refoulant les eaux à l'unité de polissage située à l'effluent de la filière de traitement. Des débitmètres seront installés dans les stations de pompage SP-1 et SP-3. De plus, le débit de la station de pompage SP-2 sera évalué par calibration et totalisation des temps de pompage.

Gestion des boues

D'après les informations tirées de différentes installations de traitement du lixiviat existantes, la capacité réservée à l'accumulation des boues dans chacun des étangs est suffisante pour n'envisager qu'une vidange à tous les dix ans approximativement. Une vérification sera effectuée à une fréquence de cinq ans.

8.6 MODE D'OPÉRATION

Tel que mentionné précédemment, le traitement des eaux de lixiviation sera effectué sur une période allant de la mi-mai à la fin octobre. Au cours de la période de traitement, le volume des eaux dans le bassin d'accumulation sera progressivement abaissé à son minimum afin de dégager la capacité nécessaire pour stocker les volumes de lixiviat générés lors de l'hivernation de la filière de traitement. À ce moment, le niveau d'eau dans les étangs sera également légèrement abaissé.

Au début du printemps, les aérateurs seront remis en marche. Des souches bactériennes spécifiques pourront être ajoutées au besoin afin d'accélérer le démarrage du traitement des bassins aérés suite à un balancement des nutriments.

9.0 MODALITÉS OPÉRATIONNELLES DU LET

Les opérations journalières d'enfouissement devront rencontrer les exigences du *Règlement sur l'Élimination et l'Incinération des Matières Résiduelles*.

9.1 CONTRÔLE ET INSPECTION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES REÇUES

L'exploitant d'un LET doit effectuer un contrôle stricte des matières résiduelles acheminées vers son site. Pour permettre ce contrôle, le LET de Saint-Alphonse sera doté d'une balance et d'un détecteur de radiation à l'entrée du site conformément au REIMR. Ces éléments permettront de contrôler en permanence l'accès au site pour les divers usagers et de valider la provenance et la nature des résidus transportés. Les résidus non conformes ne seront pas admis au LET.

Un registre complet des matières résiduelles éliminées au LET sera maintenu, consignnant l'ensembles des informations suivantes :

- Ø le nom du transporteur ;
- Ø la nature des matières résiduelles ;
- Ø les résultats des tests sur la siccité et sur la mesure du liquide libre s'il s'agit de boues et le résultat du test sur la mesure du liquide libre s'il s'agit d'une matière résiduelle susceptible de contenir un liquide libre ;

- Ø la provenance des matières résiduelles, en incluant le nom du producteur s'il s'agit de matières résiduelles industrielles ;
- Ø la quantité de matières résiduelles, exprimée en poids ;
- Ø la date et l'heure de leur admission.

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

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

9.2 OPÉRATIONS D'ENFOUISSEMENT

Les camions admis au LET seront dirigés vers le front journalier de déchargement de la CET en exploitation par l'entremise d'une signalisation adéquate. Pour permettre l'accès vers le front d'enfouissement, des chemins temporaires seront aménagés ou relocalisés périodiquement de façon à maintenir sécuritaire la circulation des camions sur le site. Les matières résiduelles seront déchargées contre le talus formé par les matières résiduelles reçues la journée antérieure. La première rangée servira de guide pour la mise en place des matières résiduelles des autres rangées. Dans chaque rangée, les cellules journalières seront construites de façon à avoir une longueur minimale nécessaire pour contrôler les opérations, mais tout de même suffisante pour accommoder le déchargement des camions et l'opération de la machinerie.

Au niveau des CET, les opérations d'enfouissement s'effectueront en progressant du sud vers le nord. L'exploitation favorisera le plus possible l'élimination des matières résiduelles en surélévation en progressant vers le profil final du LET de façon à permettre une mise en place

progressive du recouvrement final. Afin de minimiser la production de lixiviat, un profil d'enfouissement favorisant le ruissellement des eaux au niveau du recouvrement journalier vers la périphérie du LET devra être adopté.

L'exploitation d'une CET s'effectuera initialement (1^{ère} couche) en superficie afin de mettre le plus rapidement possible une couche de matières résiduelles sur l'intégralité de la surface ouverte, favorisant ainsi l'absorption, l'évaporation et le ruissellement des eaux météoriques et une diminution de la production de lixiviat. Par la suite, l'exploitation de la CET s'effectuera en surélévation.

Pour éviter d'endommager le système d'imperméabilisation, la première couche de matières résiduelles, étendue sur une épaisseur d'environ 1,5 m, ne sera pas compactée. Pour les couches subséquentes, les matières résiduelles seront déposées au front de décharge, étendues en couches de l'ordre de 50 cm d'épaisseur et compactées avec un compacteur à déchets. Un minimum de quatre à six passes devra être effectué par le compacteur afin d'obtenir une densité moyenne en place d'environ 800 kg/m³. Les pentes au front de décharge seront maintenues à un maximum de 30 %.

Un recouvrement journalier complet des matières résiduelles sera effectué à la fin de chaque journée d'opération afin de limiter le dégagement d'odeurs, la propagation des incendies, la prolifération d'animaux ou d'insectes et l'envol d'éléments légers. Ce recouvrement journalier sera constitué d'un matériau granulaire ou d'un recouvrement journalier alternatif accepté par le ministère.

Des matériaux sélectionnés provenant de source externe seront mis en réserve et utilisés pour le recouvrement journalier des matières résiduelles. Ce matériau devra posséder une conductivité hydraulique supérieure à 10⁻⁴ cm/s et moins de 20 % en poids de particules d'un diamètre inférieur à 0,08 mm.

Compte tenu de la surélévation du LET, les fronts d'enfouissement pourront demeurer ouverts sur une période prolongée de sorte qu'un recouvrement temporaire sera effectué et entretenu sur toutes les surfaces qui demeureront inexploitées pour plus de six mois.

9.3 CONTRÔLE DE L'ÉPARPILLEMENT DES MATIÈRES RÉSIDUELLES

La collecte et la disposition de tous les déchets éparpillés en bordure de l'aire d'enfouissement, le long des chemins d'accès à l'intérieur du site, dans les fossés et en bordure des boisés seront effectuées périodiquement. L'éparpillement des déchets sur le site sera minimisé en utilisant des techniques d'enfouissement adéquates. Ainsi, la superficie du front de déchargement sera maintenue à un minimum et le recouvrement journalier sera appliqué avec diligence. Une ou des clôtures pare-papier seront mises en place autour des aires opérationnelles pour limiter la dispersion des matières résiduelles enfouies.

9.4 CONTRÔLE DE LA POUSSIÈRE

Si requis, la poussière sera contrôlée par l'application appropriée d'abat-poussière et l'utilisation de végétation compatible ou d'autres méthodes reconnues.

9.5 MACHINERIE

Pour l'enfouissement des matières résiduelles, la municipalité de Saint-Alphonse devra se munir d'un compacteur à déchets pour l'épandage et le compactage des matières résiduelles.

Ce compacteur, plus un chargeur sur roue, devront être maintenus en permanence sur le site pour assurer les opérations d'enfouissement. Le chargeur sur roue devra aussi être acquis par la municipalité, il servira au transport et à l'épandage des matériaux de recouvrement journalier.

Le compactage des matières résiduelles sera effectuée à l'aide du compacteur pour enfouissement sanitaire de façon à atteindre une masse volumique de 800 kg/m³ ou plus. Le compacteur pourra être muni d'un godet tous travaux (4 dans 1) avec une grille pare-papier lui permettant d'être autonome et d'effectuer les travaux d'enfouissement après que le matériel de recouvrement ait été transporté dans l'aire d'exploitation proprement dite. Le recouvrement journalier des matières résiduelles sera effectué à l'aide du chargeur.

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

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

De la machinerie de remplacement sera prévue en cas de bris pour assurer la réalisation des opérations d'enfouissement conformément aux exigences. Un entretien préventif de la machinerie sera imposée. Si un bris majeur du compacteur perturbe éventuellement les opérations, la municipalité verra à obtenir une machine de remplacement (autre compacteur, boteur) dans un délai de 24 heures et à adapter la méthodologie d'enfouissement de façon à maintenir une compaction adéquate des matières résiduelles.

9.6 MAIN-D'ŒUVRE

La main-d'œuvre requise sera qualifiée pour l'ensemble des tâches auxquelles elle sera assignée. Le personnel chargé de la gestion administrative, de la supervision et de l'opération du site se composera de:

- Ø un responsable nommé par la municipalité ;
- Ø un opérateur pour la balance ;
- Ø un opérateur pour la machinerie ;
- Ø un journalier (base temporaire).

Suivant l'évolution du site et les besoins spécifiques, la composition et le nombre d'employés seront ajustés. Le responsable du LET nommé par la municipalité devra assurer la gestion et la coordination des activités au LET.

9.7 HEURES D'OUVERTURE

Les heures d'ouverture sont du lundi au vendredi, de 8h30 à 16h30 et le samedi de 8h30 à 12h00. Celles-ci seront clairement indiquées sur une affiche située à l'entrée du site.

L'accès au LET se fera par le Rang 5 qui mènera les transporteurs et autres clients utilisateurs vers le poste de pesée à l'entrée du chemin d'accès au LET. Le préposé à la balance aura la

responsabilité de contrôler l'accès au site aux seules personnes autorisées et de veiller à ce que seuls les transporteurs et autres clients utilisateurs en provenance du territoire des municipalités membres et clientes soient reçus.

9.8 ENTRETIEN PRÉVENTIF

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

Annuellement, toutes les conduites de lixiviat installées à l'extérieur de l'aire d'enfouissement du LET seront soumises à un essai d'étanchéité conformément au REIMR et aux recommandations du manufacturier. De plus, avant leur mise en service et à tous les trois (3) ans par la suite, chaque composante du système de traitement des lixiviats ou des eaux susceptible d'en laisser échapper, fera l'objet d'une vérification de son étanchéité. Finalement, les systèmes suivants seront également soumis à des contrôles, travaux d'entretien et nettoyages périodiques :

- Ø le système de collecte du lixiviat du LET (drains perforés, collecteurs) ;
- Ø les postes de pompage du LET et du système de traitement ;
- Ø les équipements d'aération, les vannes d'opération et autres équipements (débitmètre, pompe doseuse, etc.) ;
- Ø le réseau de distribution à faible pression du lit filtrant sur tourbe ;
- Ø les puits d'évacuation des biogaz ;
- Ø les puits d'observation pour les eaux souterraines et le biogaz.

10.0 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 :

- Ø **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.
- Ø **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:

- Ø le contrôleur : le professionnel indépendant qui a le mandat de mettre en œuvre le programme d'assurance qualité pour la surveillance des travaux;
- Ø 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 ;
- Ø 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.
- Ø le manufacturier : toute personne physique, société ou compagnie qui fournit les produits manufacturés nécessaires à la réalisation des travaux.

10.1 PLAN D'ASSURANCE QUALITÉ

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

- Ø les rôles et tâches des divers intervenants;

- Ø les modalités requises pour la documentation des diverses activités incluant les plans tel que construit et le rapport de certification final;
- Ø la documentation à être fournie par le manufacturier et l'entrepreneur relativement au contrôle de qualité;
- Ø les procédures de vérification de la conformité des matériaux incluant le prélèvement des échantillons et l'interprétation des résultats;
- Ø les méthodes de déploiement et d'installation des divers matériaux;
- Ø 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 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 5.

11.0 ESTIMATION DES COÛTS D'ÉLIMINATION

Les coûts d'élimination d'un LET se composent de trois volets distincts, soit les coûts d'aménagement, les coûts d'opération et les coûts de post-fermeture. Une estimation de ces trois volets a été réalisée dans le cadre de la présente analyse économique. Tous les coûts présentés sont en dollars. Le tableau 11.1 suivant présente une synthèse des coûts d'élimination tandis que l'analyse complète est disponible à l'annexe 6.

Tableau 11 – Synthèse des coûts d'élimination

Description	Coût unitaire
Ø Coûts totaux d'aménagement du LET	28,98 \$/t
Ø Coûts d'opération	19,80 \$/t
Ø Contribution au fonds de post-fermeture	1,75 \$/t
Coût unitaire global à la tonne	50,53 \$/t

Les coûts d'aménagement du LET incluent les coûts pour l'excavation et le terrassement, l'aménagement des systèmes d'imperméabilisation et de collecte du lixiviat, la mise en place du recouvrement final, le système de traitement du lixiviat, le système d'évacuation des biogaz et de toutes les infrastructures auxiliaires (chemins, réfection du Rang 5, écocentre, collecteurs de lixiviat, garage). Le coût pour l'acquisition du terrain et des machineries ont

été considérés dans le cadre de la présente estimation. Le coût global du projet est estimé à environ 25,68 M.

Les coûts d'opération englobent les activités reliées à l'élimination des matières résiduelles, les activités connexes à l'élimination telle que la gestion et celles découlant du confinement des matières résiduelles comme le traitement des eaux de lixiviation et des biogaz et le suivi environnemental.

Finalement, le REIMR exige dorénavant la mise en place d'un fonds monétaire pour garantir le financement des activités post-fermeture incluant l'application des programmes de surveillance environnementale, l'entretien général du LET et l'opération des systèmes de traitement des eaux de lixiviation et du biogaz. Avec un coût annuel post-fermeture estimé à 192 800 \$, environ 1,75 \$/t est requis sur la période d'exploitation du LET pour accumuler un fonds permettant l'opération et l'entretien du LET sur une période de 30 ans suivant sa fermeture.

Le tableau 11.1 montre que le coût unitaire global à la tonne pour l'élimination des matières résiduelles au LET de Saint-Alphonse sera de l'ordre de 50,53 \$/t . Ce coût ne comprend pas les frais de financement des travaux et des équipements de sorte qu'il est estimé que le coût unitaire réel sera plutôt de l'ordre de 60,00 à 65,00 \$/t.

Ces coûts sont fournis à titre indicatif seulement et ils sont valables pour des hypothèses énumérées à la présente analyse économique. Une vérification détaillée et une analyse plus approfondie devront être réalisées lors de la préparation des plans et devis du projet.

BIBLIOGRAPHIE

Blakey, N.C, R. Cossu, P.J. Maris et F.E. Mosey. 1992. 3.5 Anaerobic Lagoons and USAB Reactors : Laboratory Experiment. Landfilling of waste L Leachate. Elsevier Applied Science. pp. 245-263

Gouvernement du Québec, 2005, Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles.

Metcalf and Eddy inc. 1992. Wastewater engineering – Treatment, disposal, and Reuse. Third Edition. McGraw-Hill Publishing Company.

PESCA ENVIRONNEMENT et HYDROGÉO-SOL. 2007. Étude hydrogéologique et géotechnique; lieu d'enfouissement technique de Saint-Alphonse. Rapport déposé à la municipalité de Saint-Alphonse. 60 pages + annexes.

SCHROEDER, Paul r., LLOYD Cheryl M., SAPPI, Paul A. et Nadim M. AZIZ, 1997, The Hydrologic Evaluation of Landfill Performance (HELP) Model – User's Guide for Version 3.07; Cincinnati, Ohio USA, U.S. Environmental Protection Agency, Risk Reduction Engineering Laboratory Office of Research and Development.

SIMARD ANDRÉ ET ASSOCIÉS. 2006. Aménagement du lieu d'enfouissement technique de Saint-Alphonse. Rapport d'intégration au paysage.

SIMARD ANDRÉ ET ASSOCIÉS. 2006. Aménagement du lieu d'enfouissement technique de Saint-Alphonse. Avis de projet préparé pour la municipalité de Saint-Alphonse le 16 août 2006.

ANNEXE 1 – Données météorologiques

STATISTIQUES ANNUELLES ET MENSUELLES

Station : CAPLAN
7051120

Latitude : 48° 06' 00"
Longitude : 65° 41' 00"
Altitude : 25 m

Période : 1970-01 à 1999-06

Température maximale (°C)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Annuel
Moyenne	-6.63	-4.87	48	6.42	14.08	19.65	22.63	21.79	16.56	10.34	3.46	-3.48	8.42
Ecart type	1.74	2.21	1.56	1.35	1.76	1.44	1.09	1.13	1.09	1.16	1.33	2.09	.6
Nombre d'années	27	26	27	27	27	27	26	26	25	26	26	26	24

Température minimale (°C)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Annuel
Moyenne	-15.83	-14.51	-8.55	-1.91	4.03	9.5	13.06	12.3	7.55	2.49	-3.24	-11.41	-49
Ecart type	1.97	2.67	2.45	1.3	1.17	1	1.22	1.28	1.2	1.09	1.67	2.67	.87
Nombre d'années	27	26	27	27	27	27	26	26	25	27	26	26	24

Température moyenne (°C)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Annuel
Moyenne	-11.25	-9.72	-4.04	2.26	9.07	14.6	17.87	17.07	12.07	6.44	.1	-7.47	3.97
Ecart type	1.79	2.38	1.97	1.24	1.32	1.06	1.07	1.06	1.05	1.06	1.43	2.32	.7
Nombre d'années	27	26	27	27	27	27	26	26	25	26	26	26	24

Précipitation pluie (mm)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Annuel
Moyenne	16.06	10.93	28.76	54.17	87.41	90.24	94.88	97.38	82.47	94.62	64.91	25.53	748.48
Ecart type	18.66	15.43	21.88	33.91	41.04	38.68	41.2	33.1	33.76	47.55	30.47	34.4	127.42
Nombre d'années	27	26	27	27	27	27	26	26	25	27	26	26	24

Précipitation neige (cm)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Annuel
Moyenne	58.38	44.88	40.11	15.57	.08	0	0	0	0	.31	16.55	50.52	223.35
Ecart type	27.32	21.25	28.72	13.41	.42	0	0	0	0	1.14	13.03	26.57	67.94
Nombre d'années	27	26	27	27	27	27	26	26	25	27	26	26	24

Précipitation totale (mm)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Annuel
Moyenne	74.38	55.86	69.07	70	87.49	90.24	94.88	97.38	82.47	94.92	81.44	75.83	972.08
Ecart type	30.95	22.09	31.89	36.25	40.91	38.68	41.2	33.1	33.76	47.74	29.39	36.98	123.33
Nombre d'années	27	26	27	27	27	27	26	26	25	27	26	26	24

Neige au sol (cm)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Annuel
Moyenne	33.42	40.5	23.29	1.65	0	0	0	0	0	0	6.27	16.91	---
Ecart type	16.89	25.43	20.78	5.48	0	0	0	0	0	0	8.7	10.4	---
Nombre d'années	24	22	24	23	24	24	23	23	23	22	22	23	---

Évapotranspiration potentielle (mm)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Annuel
Moyenne	0	0	0	15.5	64.5	102.19	124.43	109.23	67.72	33.67	.61	0	517.86
Ecart type	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Nombre d'années	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

ANNEXE 2 – Modélisation hydrologique (HELP)

STAL2 5

MATERIAL TEXTURE NUMBER 18

THICKNESS	=	250.00	CM
POROSITY	=	0.6710	VOL/VOL
FIELD CAPACITY	=	0.2920	VOL/VOL
WILTING POINT	=	0.0770	VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT	=	0.2920	VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND.	=	0.100000005000E-02	CM/SEC

LAYER 3

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 0

THICKNESS	=	50.00	CM
POROSITY	=	0.4170	VOL/VOL
FIELD CAPACITY	=	0.0450	VOL/VOL
WILTING POINT	=	0.0180	VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT	=	0.0531	VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND.	=	0.500000000000	CM/SEC
SLOPE	=	2.00	PERCENT
DRAINAGE LENGTH	=	25.0	METERS

LAYER 4

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 35

THICKNESS	=	0.15	CM
POROSITY	=	0.0000	VOL/VOL
FIELD CAPACITY	=	0.0000	VOL/VOL
WILTING POINT	=	0.0000	VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT	=	0.0000	VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND.	=	0.199999996000E-12	CM/SEC
FML PINHOLE DENSITY	=	0.00	HOLES/HECTARE
FML INSTALLATION DEFECTS	=	0.00	HOLES/HECTARE
FML PLACEMENT QUALITY	=	4 - POOR	

LAYER 5

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 0

THICKNESS	=	0.60	CM
POROSITY	=	0.8500	VOL/VOL
FIELD CAPACITY	=	0.0100	VOL/VOL
WILTING POINT	=	0.0050	VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT	=	0.0100	VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND.	=	0.500000000000	CM/SEC
SLOPE	=	2.00	PERCENT
DRAINAGE LENGTH	=	25.0	METERS

STAL2 5
LAYER 6

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 35

THICKNESS	=	0.15	CM
POROSITY	=	0.0000	VOL/VOL
FIELD CAPACITY	=	0.0000	VOL/VOL
WILTING POINT	=	0.0000	VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT	=	0.0000	VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND.	=	0.199999996000E-12	CM/SEC
FML PINHOLE DENSITY	=	0.00	HOLES/HECTARE
FML INSTALLATION DEFECTS	=	0.00	HOLES/HECTARE
FML PLACEMENT QUALITY	=	4 -	POOR

LAYER 7

TYPE 3 - BARRIER SOIL LINER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 17

THICKNESS	=	0.60	CM
POROSITY	=	0.7500	VOL/VOL
FIELD CAPACITY	=	0.7470	VOL/VOL
WILTING POINT	=	0.4000	VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT	=	0.7500	VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND.	=	0.300000003000E-08	CM/SEC

GENERAL DESIGN AND EVAPORATIVE ZONE DATA

NOTE: SCS RUNOFF CURVE NUMBER WAS COMPUTED FROM DEFAULT SOIL DATA BASE USING SOIL TEXTURE # 7 WITH BARE GROUND CONDITIONS, A SURFACE SLOPE OF 5.% AND A SLOPE LENGTH OF 25. METERS.

SCS RUNOFF CURVE NUMBER	=	89.20	
FRACTION OF AREA ALLOWING RUNOFF	=	0.0	PERCENT
AREA PROJECTED ON HORIZONTAL PLANE	=	1.0000	HECTARES
EVAPORATIVE ZONE DEPTH	=	20.0	CM
INITIAL WATER IN EVAPORATIVE ZONE	=	5.008	CM
UPPER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE	=	9.460	CM
LOWER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE	=	2.080	CM
INITIAL SNOW WATER	=	6.385	CM
INITIAL WATER IN LAYER MATERIALS	=	81.119	CM
TOTAL INITIAL WATER	=	87.504	CM
TOTAL SUBSURFACE INFLOW	=	0.00	MM/YR

EVAPOTRANSPIRATION AND WEATHER DATA

NOTE: EVAPOTRANSPIRATION DATA WAS OBTAINED FROM SAINT-ALPHONSE QUEBEC

STAL2 5

STATION LATITUDE = 48.06 DEGREES
 MAXIMUM LEAF AREA INDEX = 0.00
 START OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 144
 END OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 260
 EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM
 AVERAGE ANNUAL WIND SPEED = 17.00 KPH
 AVERAGE 1ST QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 70.00 %
 AVERAGE 2ND QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 69.00 %
 AVERAGE 3RD QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 76.00 %
 AVERAGE 4TH QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 78.00 %

NOTE: PRECIPITATION DATA WAS SYNTHETICALLY GENERATED USING
 COEFFICIENTS FOR CARIBOU MAINE

NORMAL MEAN MONTHLY PRECIPITATION (MM)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
74.4	55.9	69.1	70.0	87.5	90.2
94.9	97.4	82.5	94.9	81.4	75.7

NOTE: TEMPERATURE DATA WAS SYNTHETICALLY GENERATED USING
 COEFFICIENTS FOR CARIBOU MAINE

NORMAL MEAN MONTHLY TEMPERATURE (DEGREES CELSIUS)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
-11.3	-9.7	-4.0	2.3	9.1	14.6
17.9	17.1	12.1	6.4	0.1	-7.5

NOTE: SOLAR RADIATION DATA WAS SYNTHETICALLY GENERATED USING
 COEFFICIENTS FOR CARIBOU MAINE
 AND STATION LATITUDE = 48.06 DEGREES

MONTHLY TOTALS (MM) FOR YEAR 1

	JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
PRECIPITATION	66.2	60.3	57.2	37.0	62.1	88.0
	108.3	117.3	42.1	129.5	102.1	76.0
RUNOFF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EVAPOTRANSPIRATION	12.52	11.53	12.47	8.62	77.84	82.84
	98.08	79.22	55.74	40.26	27.72	9.30

	STAL2 5					
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	2.820	0.902	0.443	125.180	107.939	9.004
	10.041	16.243	11.790	5.389	67.383	72.802
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

MONTHLY SUMMARIES FOR DAILY HEADS (CM)

AVERAGE DAILY HEAD ON TOP OF LAYER 4	0.013	0.005	0.002	0.604	0.504	0.043
	0.047	0.076	0.057	0.025	0.325	0.340
STD. DEVIATION OF DAILY HEAD ON TOP OF LAYER 4	0.006	0.001	0.002	0.489	0.197	0.028
	0.077	0.131	0.074	0.035	0.147	0.185
AVERAGE DAILY HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
STD. DEVIATION OF DAILY HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 1

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	946.10	9461.001	100.00
RUNOFF	0.000	0.000	0.00
EVAPOTRANSPIRATION	516.143	5161.435	54.55
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	429.9368	4299.368	45.44
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.000107	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 4	1.7009		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5	0.0000	0.000	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 7	0.000061	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	0.020	0.196	0.00
SOIL WATER AT START OF YEAR	819.975	8199.752	
SOIL WATER AT END OF YEAR	819.995	8199.948	

STAL2 5

SNOW WATER AT START OF YEAR	63.849	638.489	6.75
SNOW WATER AT END OF YEAR	63.849	638.489	6.75
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0002	0.002	0.00

MONTHLY TOTALS (MM) FOR YEAR 2

	JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
PRECIPITATION	102.5 85.2	88.4 44.2	140.2 181.7	62.9 41.7	64.5 94.3	79.5 114.8
RUNOFF	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00
EVAPOTRANSPIRATION	11.43 75.39	10.09 24.50	9.54 77.73	30.49 45.26	79.91 18.89	66.87 10.42
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	2.834 3.495	0.903 1.160	0.429 49.256	239.846 62.259	160.859 23.793	7.970 53.568
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 7	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000

MONTHLY SUMMARIES FOR DAILY HEADS (CM)

AVERAGE DAILY HEAD ON TOP OF LAYER 4	0.013 0.016	0.005 0.005	0.002 0.238	1.157 0.291	0.751 0.115	0.038 0.250
STD. DEVIATION OF DAILY HEAD ON TOP OF LAYER 4	0.007 0.009	0.001 0.001	0.002 0.296	0.732 0.172	0.339 0.129	0.028 0.175
AVERAGE DAILY HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000
STD. DEVIATION OF DAILY HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000

STAL2 5

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1099.90	10998.999	100.00
RUNOFF	0.000	0.000	0.00
EVAPOTRANSPIRATION	460.519	4605.190	41.87
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	606.3698	6063.698	55.13
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.000137	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 4	2.4013		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 7	0.000061	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	33.011	330.107	3.00
SOIL WATER AT START OF YEAR	819.995	8199.948	
SOIL WATER AT END OF YEAR	816.502	8165.016	
SNOW WATER AT START OF YEAR	63.849	638.489	5.80
SNOW WATER AT END OF YEAR	100.353	1003.528	9.12
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0002	0.002	0.00

AVERAGE MONTHLY VALUES (MM) FOR YEARS 1 THROUGH 2

	JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
PRECIPITATION						
TOTALS	84.35 96.75	74.35 80.75	98.70 111.90	49.95 85.60	63.30 98.20	83.75 95.40
STD. DEVIATIONS	25.67 16.33	19.87 51.69	58.69 98.71	18.31 62.08	1.70 5.52	6.01 27.44
RUNOFF						
TOTALS	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

	STAL2 5					
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
STD. DEVIATIONS	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
EVAPOTRANSPIRATION						

TOTALS	11.972	10.811	11.003	19.555	78.877	74.860
	86.733	51.863	66.734	42.759	23.304	9.862
STD. DEVIATIONS	0.771	1.018	2.072	15.461	1.464	11.293
	16.042	38.691	15.546	3.540	6.248	0.792
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3						

TOTALS	2.8268	0.9025	0.4358	182.5128	134.3988	8.4873
	6.7680	8.7013	30.5229	33.8243	45.5879	63.1850
STD. DEVIATIONS	0.0096	0.0011	0.0102	81.0808	37.4199	0.7312
	4.6290	10.6653	26.4928	40.2130	30.8230	13.6011
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4						

TOTALS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5						

TOTALS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 7						

TOTALS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

AVERAGES OF MONTHLY AVERAGED DAILY HEADS (CM)

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4						

AVERAGES	0.0132	0.0047	0.0020	0.8806	0.6275	0.0409
	0.0316	0.0406	0.1473	0.1579	0.2200	0.2950
STD. DEVIATIONS	0.0000	0.0000	0.0000	0.3912	0.1747	0.0035
	0.0216	0.0498	0.1278	0.1878	0.1487	0.0635
DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 6						

AVERAGES	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

STAL2 5

STD. DEVIATIONS 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

AVERAGE ANNUAL TOTALS & (STD. DEVIATIONS) FOR YEARS 1 THROUGH 2

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1023.00 (108.754)	10230.0	100.00
RUNOFF	0.000 (0.0000)	0.00	0.000
EVAPOTRANSPIRATION	488.331 (39.3318)	4883.31	47.735
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	518.15332 (124.75700)	5181.533	50.65038
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.00012 (0.00002)	0.001	0.00001
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4	2.051 (0.495)		
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5	0.00006 (0.00002)	0.001	0.00001
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 7	0.00006 (0.00000)	0.001	0.00001
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.000 (0.000)		
CHANGE IN WATER STORAGE	16.515 (0.9184)	165.15	1.614

□

PEAK DAILY VALUES FOR YEARS 1 THROUGH 2

	(MM)	(CU. METERS)
PRECIPITATION	36.20	362.000
RUNOFF	0.000	0.0000
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	17.22724	172.27237
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.000003	0.00003
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4	24.935	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 4	41.641	

	STAL2 5		
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER	3		
(DISTANCE FROM DRAIN)		4.1 METERS	
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER	5	0.00000	0.00002
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER	7	0.000000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER	6	0.000	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER	6	0.418	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER	5		
(DISTANCE FROM DRAIN)		0.0 METERS	
SNOW WATER		296.78	2967.7917
MAXIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)		0.4730	
MINIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)		0.1040	

*** Maximum heads are computed using McEnroe's equations. ***

Reference: Maximum Saturated Depth over Landfill Liner
 by Bruce M. McEnroe, University of Kansas
 ASCE Journal of Environmental Engineering
 Vol. 119, No. 2, March 1993, pp. 262-270.

□

FINAL WATER STORAGE AT END OF YEAR 2

LAYER	(CM)	(VOL/VOL)
1	4.7366	0.2368
2	72.9999	0.2920
3	2.5793	0.0516
4	0.0000	0.0000
5	0.0060	0.0100
6	0.0000	0.0000
7	0.4500	0.7500
SNOW WATER	10.035	

STAL2 5

ANNEXE 3 – Détails de calculs – Traitement des eaux de lixiviation

TRAITEMENT AÉROBIE
ANNÉE max. 17
Étangs aérés

LET
SAINT-ALPHONSE

DBO ₅ (mg/l) Entrée Bassin anaérobie	12000			
	mai/oct	Juillet	Août	Sept
% d'enlèvement anaérobie de la DBO ₅	20%	40%	40%	40%
DBO ₅ (mg/l) Sortie Bassin anaérobie	9600	7200	7200	7200

DÉBITS ET CHARGES DE CONCEPTION

	mai/oct	Juillet	Août	Sept		
* DEBIT (m.cu/d)	100	220	220	150	NH ₄ /NTK	0,85
* DBO ₅ (Kg/d)	960	1584	1584	1080		
* NH ₄ (Kg/d)	50,00	110,00	110,00	75,00	NH ₄	500 mg/l

CARACTÉRISTIQUES DU SITE

	Facul	Complete mix			
OXYGENE REQUIS (Kg O2/Kg DBO)	2,25	1,5			
OXYGENE REQUIS (Kg O2/Kg N)	6				
	Bassin 1	Bassin 2	Bassin 3	Bassin 4	
Complètement mélangé ?(0=oui, 1=non)	0	1	1	1	
ALPHA	0,75	0,8	0,85	0,9	
BETA	0,95	0,95	0,95	0,95	
* ELEVATION (mètres)	125				
Ke 20 C - Facultatif	0,23				
Ke 20 C - Complete mix	0,83				
TETA	1,065				
			Facult.	Complete mix	
* Août	18	Ke=	0,203	0,732	
* Juillet	25	Ke=	0,315	1,137	
* mai/oct	9	Ke=	0,115	0,415	
Sept	12	Ke=	0,139	0,502	
* PROFONDEUR DES BASSINS (m)	5				
HAUTEUR DIFFUSEUR P/R FOND (m)	1,2				
NOMBRE DE BASSIN	4				
	mai/oct	Juillet	Août	Sept	
TEMPS DE RETENTION - Bassin1	19,29	8,77	8,77	12,86	
TEMPS DE RETENTION - Bassin2	17,54	7,97	7,97	11,69	Bassin 1
TEMPS DE RETENTION - Bassin3	17,54	7,97	7,97	11,69	Bassin 2
TEMPS DE RETENTION - Bassin4	17,54	7,97	7,97	11,69	Bassin 3
					Bassin 4
					Volume Bassin (m ³)
TEMPS DE RETENTION TOTAL	71,92	32,69	32,69	47,95	1929
					1754
					1754
					1754

VALEUR DE SATURATION DYNAMIQUE

SATURATION EAU PROPRES (mg/l)	Août	18	degrés	Csmt=	9,5	0,004205
	Juillet	25	degrés	Csmt=	8,3	-0,35916
	mai/oct	9	degrés	Csmt=	11,7	14,62
	Sept	12	degrés	Csmt=	10,9	

PRESSION BAROMÉTRIQUE (p.s.i)	14,5
COEF. DE SATUR. D'OXYGÈNE	0,25

SATURATION CORRIGÉE POUR	18 Csw=	10,24
PRESSION ET PROFONDEUR:	25 Csw=	8,90
	9 Csw=	12,62
	12 Csw=	11,74

SATURATION CORRIGÉE POUR	Css=	9,93
LA PROFONDEUR		

CONCENTRATION O2 RÉSIDUELLE	Cl=	2,00
AOR/SOR à	18	degrés = 0,557
AOR/SOR à	25	degrés = 0,549
AOR/SOR à	9	degrés = 0,581
AOR/SOR à	12	degrés = 0,572

TRAITEMENT AÉROBIE
ANNÉE max. 17
Étangs aérés

LET
SAINT-ALPHONSE

ENLEVEMENT DE LA DBO

ENLEVEMENT DE LA DBO CARBONE
 EN FRACTION

	EFFLUENT DES ETANG				ENLEVE PAR ETANG			
	mai/oct	Juillet	Août	Sept	mai/oct	Juillet	Août	Sept
BASSIN 1	0,110978	0,09113	0,134807	0,134208	0,889022	0,9088714	0,865193	0,865792
BASSIN 2	0,044126	0,031133	0,061819	0,061349	0,066852	0,0599956	0,072988	0,072859
BASSIN 3	0,014621	0,008864	0,023624	0,02337	0,029505	0,0222695	0,038195	0,037979
BASSIN 4	0,004844	0,002523	0,009028	0,008902	0,009776	0,0063401	0,014596	0,014468
TOTAL								
		Effluent	R(%)		99,5%	99,7%	99,1%	99,11%
		Effluent	mg/l		46,51	18,17	65,00	64,10
		Effluent	kg/j		4,65	4,00	14,30	9,61

ENLEVEMENT DE LA DBO AZOTÉE
 EN FRACTION

	(DBO ₅ /NTK)				% Nitrifié/Effluent NH ₄ /NH ₄ enlevé			
	Août	Sept	Juillet	mai/oct	Août	Sept	Juillet	mai/oct
* BASSIN 1	12,24	12,24	12,24	16,32	2,35%	2,35%	2,35%	0,00%
					107,42	73,24	107,42	50,00
					2,58	1,76	2,58	0,00
* BASSIN 2	1,69	1,68	1,14	1,81	13,10%	13,15%	18,40%	0,00%
					93,35	63,61	87,65	50,00
					14,07	9,63	19,76	0,00
* BASSIN 3	0,89	0,89	0,48	0,72	22,81%	22,95%	39,16%	0,00%
					72,06	49,01	53,33	50,00
					21,29	14,60	34,33	0,00
* BASSIN 4	0,44	0,44	0,22	0,24	41,98%	42,29%	75,69%	0,00%
					41,81	28,29	12,97	50,00
					30,25	20,73	40,36	0,00
Total enlevé					68,19	46,71	97,03	0,00
				NH ₄ eff. mg/litre	190,04	188,58	58,94	500,00

TABLEAU DE LA QTE D'O2 REQUIS (Kg/H)	mai/oct		Juillet		Août		Sept	
	O ₂ C	O ₂ N						
BASSIN 1	53,3	0,0	90,0	0,6	85,7	0,6	58,4	0,4
BASSIN 2	6,0	0,0	8,9	4,9	10,8	3,5	7,4	2,4
BASSIN 3	2,7	0,0	3,3	8,6	5,7	5,3	3,8	3,6
BASSIN 4	0,9	0,0	0,9	10,1	2,2	7,6	1,5	5,2
TOTAL	62,9	0,0	103,1	24,3	104,3	17,0	71,1	11,7
TOTAL PAR TEMPÉRATURE	62,9		127,4		121,4		82,8	
	AOR/SOR	0,581	AOR/SOR	0,549	AOR/SOR	0,557	AOR/SOR	0,572

ANNEXE 4 – Équations utilisées pour calculs d'aération

DÉTERMINATION DU RAPPORT AOR/SOR OU OTR_F/SOTR

$$\frac{AOR}{SOR} = \frac{OTR_F}{SOTR}$$

$$\alpha F \Theta^{(T-20)} \frac{(\beta C_{sw} - C_L)}{C_{ss}}$$

où:

AOR:

Demande en oxygène aux conditions du procédé (kg O₂/h);

OTR_F:

Taux de transfert d'oxygène de l'appareil d'aération aux conditions du procédé (kg O₂/h);

α:

Facteur de correction du K_L pour la nature de l'eau et le type d'équipement (décimale);

F:

Facteur de correction pour la perte d'efficacité (valeur fournie par le fabricant, variant généralement entre 0,8 et 1,0);

SOR:

Demande en oxygène aux conditions standards (kg O₂/h);

SOTR:

Taux de transfert d'oxygène de l'appareil d'aération aux conditions standards (kg O₂/h);

Θ:

Facteur de correction du K_L pour la température de l'eau (valeur normalement utilisée: 1,024);

T:

Température de l'eau (°C).

- β : Facteur de correction de la concentration d'oxygène dissous à saturation pour la nature de l'eau (décimale);
- C_{sw} : Concentration d'oxygène dissous à saturation dans l'eau de procédé, corrigée pour la température, la pression barométrique et la profondeur (mg/L);
- C_L : Concentration d'oxygène dissous dans le liquide (mg/L);
- C_{ss} : Concentration d'oxygène dissous à saturation en eau claire aux conditions standards, corrigée pour la profondeur (mg/L);

Les concentrations C_{sw} et C_{ss} sont calculées à l'aide des formulations suivantes de Shell:

$$C_{sw} = \frac{C_{ST} [P_b + 0,4335 DWD * f]}{P_s}$$

$$C_{ss} = \frac{C_{S20} [P_s + 0,4335 DWD * f]}{P_s}$$

où:

C_{ST} : Concentration d'oxygène dissous à saturation en eau claire pour une température donnée et une pression de 1 atm (mg/L);

C_{S20} : Concentration d'oxygène dissous à saturation en eau claire pour une température de 20°C et une pression de 1 atm (mg/L) ($C_{S20} = 9,092$ mg/L);

P_b : Pression barométrique (lbf/po²);

- P_s : Pression standard (lbf/po²)
 $P_s = 14,7$ lbf/po²);
- DWD: Profondeur de relâche des bulles d'air (pi);
- f: Facteur de profondeur effective (décimale)
(valeur fournie par le manufacturier variant généralement entre 0,2 et 0,4).

ANNEXE 5 – Devis d'assurance-qualité

Section 02070 – Géosynthétiques

1. Généralités

1.1 Portée des travaux

Les travaux décrits dans la présente section comprennent :

- La fourniture;
- La livraison;
- Le déchargement et l'entreposage;
- La certification;
- Les services au chantier;
- La main-d'œuvre;
- L'outillage;
- Les essais mécaniques;
- Les garanties de fabrication pour les géomembranes;
- L'installation et le contrôle de la qualité;

des géosynthétiques à installer dans un lieu d'enfouissement.

Tous les travaux doivent être exécutés par un sous-traitant spécialisé dans le domaine ayant fait preuve de sa compétence et ayant réalisé des projets similaires.

1.2 Définition

1.2.1 Assurance-qualité (A-Q) et contrôle de la qualité (C-Q)

.1 Assurance-qualité

L'ensemble des actions et moyens pris pour assurer la conformité des méthodes de construction et des matériaux avec les spécifications du projet. Ces services sont rendus par le Consultant en assurance-qualité.

.2 Contrôle de la qualité

L'ensemble des actions et moyens pris pour mesurer et contrôler les caractéristiques d'un point ou d'un service de manière à ce qu'il rencontre les exigences du contrat. Ces activités sont réalisées par l'Installateur des matériaux géosynthétiques.

1.2.2 Objectifs de l'assurance-qualité et du contrôle de la qualité

Les objectifs de cette section portent sur l'assurance-qualité applicable à la confection, l'expédition, la manipulation et l'installation de tous les matériaux géosynthétiques. La qualité et la mise en place des matériaux de recouvrement sont également couvertes dans ce manuel.

Le diagramme général d'assurance-qualité est présenté à la section 12.

1.2.3 Références

Cette section inclut des références aux normes ASTM, aux normes du Conseil canadien des normes et aux méthodes du GRI. Cette section est aussi basée sur certains documents techniques de US Environmental Protection Agency.

La liste complète des documents de référence est présentée à la section 13.

1.3 Intervenants

1.3.1 Généralités

La construction d'un système d'imperméabilisation et l'application du plan d'assurance-qualité requiert la participation de plusieurs intervenants.

1.3.2 Ingénieur ou le Maître d'oeuvre

L'Ingénieur est l'intervenant responsable du design, des dessins, des plans et devis et de la surveillance pour le système d'imperméabilisation.

1.3.3 Entrepreneur général

L'Entrepreneur général est l'intervenant responsable de l'excavation et/ou de la mise en place, de la finition de la surface sur laquelle le système d'imperméabilisation sera installé et peut aussi être responsable de la mise en place de matériaux (couche de protection) au-dessus du système d'imperméabilisation.