
ANNEXE 12 – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

Ville de Rimouski
Aménagement du lieu
d'enfouissement technique
de Rimouski

Devis d'assurance-qualité

Juin 2002

1. GENERALITES.....	1
1.1 DEFINITION.....	1
1.1.1 Assurance-qualité (A-Q) et contrôle de la qualité (C-Q)	1
1.1.2 Objectifs de l'assurance-qualité et du contrôle de la qualité	1
1.1.3 Références	1
1.2 INTERVENANTS.....	2
1.2.2 L'Ingénieur.....	2
1.2.3 L'Entrepreneur général	2
1.2.4 Manufacturier	2
1.2.5 Installateur.....	2
1.2.6 Transporteur	2
1.2.7 Consultant en sols.....	2
1.2.8 Laboratoire d'assurance-qualité.....	3
1.2.9 Le Maître de l'ouvrage ou Propriétaire.....	3
1.2.10 Le Gérant de projets	3
1.2.11 Le Consultant en assurance-qualité	3
1.3 VISITE ET REUNION	3
1.3.1 Réunion de pré-construction	3
1.3.2 Réunion de démarrage.....	4
1.3.3 Réunion hebdomadaire.....	5
2. QUALIFICATION DU MANUFACTURIER ET DE L'INSTALLATEUR DES GEOSYNTHETIQUES.....	6
3. CERTIFICATION ET EXPEDITION DES GEOSYNTHETIQUES	7
3.1 CERTIFICATION EN USINE	7
3.1.1 Matériel de base des géomembranes.....	7
3.1.2 Certification	7
3.1.3 Fabrication.....	10
3.1.4 Rouleaux.....	10
3.2 LIVRAISON DES GEOSYNTHETIQUES.....	11
3.2.1 Transport	11
3.2.2 Réception	11
3.2.3 Entreposage	12
3.3 CERTIFICATION AU CHANTIER	12
3.3.1 Géomembranes	12
3.3.2 Géotextile	16
3.3.3 Géofilet.....	19
3.3.4 Natte bentonitique.....	21
3.4 TRANCHEE D'ANCRAGE	22
3.5 PREPARATION DE LA SURFACE D'ASSISE.....	23
4. INSTALLATION ET CONTROLE DES GEOMEMBRANES	25
4.1 LOCALISATION.....	25

4.2	IDENTIFICATION DES PANNEAUX	25
4.3	INSTALLATION DES PANNEAUX.....	25
4.3.1	Localisation	25
4.3.2	Vérification des conditions d'installation	25
4.3.3	Conditions météorologiques	26
4.3.4	Inspection pour les dommages	26
4.3.5	Écriture sur les géomembranes.....	27
4.3.6	Mesurage des géomembranes	27
4.4	SOUDEURE.....	27
4.4.1	Plan de déploiement.....	27
4.4.2	Produits et équipements de soudure.....	29
4.4.3	Préparation pour soudure	30
4.4.4	Conditions météorologiques	30
4.5	ÉQUIPEMENT DE CONTROLE SUR LE SITE.....	31
4.5.1	Tensiomètre de terrain.....	31
4.5.2	Boîte à vacuum	31
4.5.3	Équipement de contrôle pour la pression d'air	31
4.6	ESSAIS DE CALIBRATION.....	32
4.7	DOCUMENTATION DES ESSAIS DE CALIBRATION	32
4.8	ESSAIS NON DESTRUCTIFS	33
4.8.1	Boîte à vacuum	33
4.8.2	Pression d'air (soudure par fusion)	34
4.8.3	Documentation des essais non destructifs	34
4.9	ESSAIS DESTRUCTIFS	35
4.9.1	Généralités	35
4.9.2	Localisation et fréquence	35
4.9.3	Procédure d'échantillonnage	36
4.9.4	Dimension de l'échantillon	36
4.9.5	Test en laboratoire.....	37
4.9.6	Procédure lors d'échec des tests destructifs.....	37
4.10	DEFAUTS ET REPARATIONS	38
4.10.1	Identification	38
4.10.2	Évaluation	38
4.10.3	Réparation.....	38
4.10.4	Vérification des réparations.....	39
4.11	PLAN « TEL QUE CONSTRUIT »	39
5.	INSTALLATION ET CONTROLE DE QUALITE DES GÉOTEXTILES.....	40
5.1	INSTALLATION	40
5.2	REPARATIONS.....	40
5.3	COUTURE DES GEOTEXTILES	40
6.	INSTALLATION ET CONTROLE DE QUALITE DES GEOFILETS	41
6.1	INSTALLATION	41

6.2	REPARATIONS	41
7.	INSTALLATION ET CONTROLE DE QUALITE DE LA NATTE BENTONITIQUE.....	42
7.1	RECEPTION ET MANUTENTION	42
7.2	ENTREPOSAGE AU CHANTIER	43
7.3	ACCEPTATION DES ROULEAUX DEFECTUEUX ENDOMMAGES	44
7.4	INSTALLATION	44
7.5	REPARATIONS	45
8.	MISE EN PLACE ET CONTRÔLE DE QUALITÉ DU RECOUVREMENT GRANULAIRE..	46
8.1	INSPECTION DES GEOSYNETHIQUES	46
8.2	CERTIFICATION DU MATERIAU GRANULAIRE.....	46
8.3	ENTREPOSAGE DU SABLE.....	47
8.4	ÉCHANTILLONNAGE.....	47
8.4.1	<i>Sable</i>	47
8.5	ESSAIS EN LABORATOIRE	47
8.5.1	<i>Sable</i>	47
8.6	RESULTATS	47
8.7	MISE EN PLACE.....	48
8.7.1	<i>Documentation</i>	49
9.	ACCEPTATION DE LA BARRIERE IMPERMEABLE	50
10.	DIAGRAMMES D'ASSURANCE-QUALITE	51
11.	LISTE DE REFERENCE	55

1. GÉNÉRALITÉS

1.1 DÉFINITION

1.1.1 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.

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

Les objectifs de ce manuel 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 10.

1.1.3 Références

Ce manuel inclut des références aux normes ASTM, aux normes du Conseil canadien des normes et aux méthodes et normes du GRI. Le manuel est aussi basé sur certains documents techniques de US Environmental Protection Agency.

La liste des documents est présentée à la section II.

1.2 INTERVENANTS

1.2.1 Généralités

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

1.2.2 L'Ingénieur

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

1.2.3 L'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 pour la mise en place de matériaux au-dessus du système d'imperméabilisation

1.2.4 Manufacturier

Le manufacturier est l'intervenant responsable de la production des géosynthétiques.

1.2.5 Installateur

L'installateur est l'intervenant responsable au chantier du déchargement, de la manipulation, de l'entreposage, de la mise en place, la soudure, le chargement contre le soulèvement par le vent ainsi que d'autres aspects relatifs à l'installation des géosynthétiques.

1.2.6 Transporteur

Le transporteur est responsable du transport entre la manufacture et le chantier.

1.2.7 Consultant en sols

Le Consultant en sols qui, normalement doit être indépendant du Propriétaire, du manufacturier et de l'installateur, est responsable de la surveillance, des différents essais et des rapports relatifs aux activités d'excavation et de préparation des

surfaces du site. Le Consultant en sol est aussi responsable de fournir un rapport certifié par un ingénieur qualifié.

1.2.8 Laboratoire d'assurance-qualité

Le laboratoire d'assurance-qualité pour les géosynthétiques est l'intervenant responsable des différents essais relatifs à la qualité des différents échantillons de géomembrane.

1.2.9 Le Maître de l'ouvrage ou Propriétaire

Le Maître de l'ouvrage ou Propriétaire est la personne physique ou morale pour le compte de qui les travaux sont exécutés.

1.2.10 Le Gérant de projets

Le Gérant de projets est le représentant légal du Maître de l'ouvrage ou la personne physique désignée par le Maître de l'ouvrage pour le représenter dans l'exécution du contrat.

1.2.11 Le Consultant en assurance-qualité

Le Consultant en assurance-qualité est l'intervenant responsable du programme d'assurance-qualité.

1.3 VISITE ET RÉUNION

1.3.1 Réunion de pré-construction

Une réunion de pré-construction doit être tenue avant le début des travaux. Devront être présents à cette réunion, les intervenants suivants : l'installateur (incluant le responsable de l'installation), l'Ingénieur, le Consultant en sol, le Gérant de projets et le Consultant en assurance-qualité.

Le but de cette réunion est de planifier les différentes étapes, anticiper les problèmes qui peuvent entraîner des difficultés lors de la construction ou des délais dans l'échéancier et de présenter le plan d'assurance-qualité. Il est très important que tous les intervenants prennent connaissance de toutes les clauses, tests, réparations, etc., qui seront effectués durant l'installation.

Cette réunion doit inclure les activités suivantes :

- a) révision des détails du projet;
- b) révision du plan de déploiement fourni par l'installateur des géomembranes;
- c) faire tous les changements appropriés au manuel de contrôle de la qualité de l'installation pour que celui-ci couvre toutes les activités du projet;
- d) établir un consensus sur les procédures d'assurance-qualité, plus spécifiquement sur les critères et les méthodes d'acceptation du système d'imperméabilisation;
- e) établir les responsabilités de chaque intervenant;
- f) établir les lignes d'autorité et de communication;
- g) préparer une cédule des opérations.

L'Ingénieur sera désigné pour prendre les minutes et fournir un procès-verbal de la réunion et le distribuer à toutes les personnes présentes

1.3.2 Réunion de démarrage

La réunion de démarrage doit regrouper les intervenants suivants : l'installateur, l'Ingénieur, l'Entrepreneur général, le Consultant en sol, le Consultant en assurance-qualité et le Gérant de projets. Cette réunion doit se tenir avant le début des travaux de construction du système d'imperméabilisation et peut être combinée avec la réunion de pré-construction dans certains cas. Les points suivants sont discutés :

- a) réviser les responsabilités de chaque intervenant;
- b) réviser les lignes d'autorité et de communication;
- c) établir par qui et comment seront produits et distribués les différents rapports;
- d) établir qui sera autorisé à écrire sur la géomembrane et de quelle couleur;
- e) établir les procédures d'échantillonnage et d'expédition des échantillons;
- f) réviser la cédule des opérations;
- g) effectuer une visite du chantier et réviser le plan de déploiement ;
- h) réviser les procédures de réparations.

L'Ingénieur prendra les minutes afin de fournir un procès-verbal de la réunion et le distribuer aux personnes présentes.

1.3.3 *Réunion hebdomadaire*

Une réunion hebdomadaire devra être tenue en la présence de l'Ingénieur, du Gérant de projets, de l'installateur, de l'Entrepreneur général et tous les autres intervenants concernés.

Les points suivants doivent être discutés :

- a) révision des travaux de construction du système d'imperméabilisation;
- b) discussions sur les endroits ou situations problématiques.

2. QUALIFICATION DU MANUFACTURIER ET DE L'INSTALLATEUR DES GÉOSYNTHÉTIQUES

Le manufacturier et l'installateur des géosynthétiques doivent démontrer qu'ils possèdent l'expérience et les ressources nécessaires pour la réalisation du projet en soumettant une liste de projets réalisés. Cette liste doit inclure l'identification du projet, le nom du client, le type de géosynthétiques, l'application, la quantité approximative installée, le lieu et la date d'installation.

Les travaux de construction du système d'imperméabilisation devront être réalisés sous la surveillance d'un contremaître qui sera responsable de toutes les activités concernant la pose. Il devra avoir posé ou surveillé un minimum de 200 000 m² de géomembranes. Les soudures seront effectuées sous la surveillance et la direction d'un maître soudeur ayant un minimum de 100 000 m² de géomembranes soudées. Le contremaître et le maître soudeur peuvent être la même personne et doivent être présents pendant le soudage des joints. Tous les soudeurs devront avoir réalisé des soudures pour au moins 50 000 m².

L'installateur doit fournir avant le début des travaux, les informations suivantes :

- a) les renseignements sur l'équipement et le personnel;
- b) un résumé des qualifications du contremaître et du maître soudeur;
- c) son programme d'auto-contrôle de la qualité en chantier;
- d) les dessins d'atelier, les ancrages mécaniques et les plans d'assemblage (de déploiement);
- e) tout changement ou variation proposé par l'installateur pour fins d'acceptation.

3. CERTIFICATION ET EXPÉDITION DES GÉOSYNTHÉTIQUES

3.1 CERTIFICATION EN USINE

3.1.1 *Matériel de base des géomembranes*

Le matériel de base utilisé dans la fabrication des géomembranes devra être de la résine de polyéthylène contenant au plus 2 % (en poids) de matière recyclée et rencontrant les exigences suivantes :

- Densité: 0,940 g/cc minimum selon ASTM D792 Method A.
- Indice de fusion « Melt index »: 0,1 à 1,0 g/10 minutes selon ASTM D1238, condition 190/2,16.

La membrane doit comprendre au moins 97 % de résine de polyéthylène (selon ASTM D4976) , entre 2 % et 3 % de noir de carbone (selon ASTM D4218) avec une dispersion de catégorie 1, 2 ou 3 (selon ASTM D5596) et 1 % maximum d'additifs.

Des tests de contrôle de qualité doivent être effectués par le manufacturier pour s'assurer que le matériel rencontre les exigences.

Avant le début des travaux, le fabricant devra fournir au Gérant de projets les informations suivantes :

- a) une copie des certificats de contrôle de qualité fournis par le fournisseur de résine au sujet de la densité et de l'indice de fusion « melt index » de la résine;
- b) un rapport sur les différents tests effectués par le fabricant.

3.1.2 *Certification*

Le manufacturier devra fournir au Consultant en assurance-qualité, avant l'expédition, les certificats de conformité des rouleaux pour tous les paramètres suivants, à moins d'indication différente dans les « Clauses techniques particulière ».

.1 Géomembranes

A) PROPRIÉTÉS DE BASE

1. l'épaisseur;
2. la densité
3. la hauteur des aspérités (géomembrane texturée seulement)
4. le contenu en noir de carbone;
5. la dispersion du noir de carbone;
6. l'indice de fusion;
7. le temps d'induction à l'oxydation;

B) PROPRIÉTÉS COMPLÉMENTAIRES

1. la tension à la limite élastique (dans les 2 sens : machine et travers);
2. la tension à la rupture (dans les 2 sens : machine et travers);
3. l'élongation à la limite élastique (dans les 2 sens : machine et travers);
4. l'élongation à la rupture (dans les 2 sens : machine et travers);
5. la résistance à la perforation;
6. la résistance à la déchirure;
7. la résistance à la fissuration sous contrainte.

Les rouleaux de géomembrane doivent provenir d'un nombre minime de lots différents, et la fabrication ne doit pas dater de plus de trois (3) mois. Les résultats exigés sont présentés au point 3 de la section 3.3.1.

.2 Géotextiles

A) PROPRIÉTÉS DE BASE

1. l'épaisseur;
2. la masse surfacique;
3. l'ouverture de filtration;
4. la permittivité;

B) PROPRIÉTÉS COMPLÉMENTAIRES

1. la résistance en tension (dans les 2 sens : machine et travers);

2. l'allongement à la rupture (dans les 2 sens : machine et travers);
3. la résistance à la déchirure (essai trapézoïdale) (dans les 2 sens : machine et travers);
4. la résistance à l'éclatement (Mullen);
5. la résistance au poinçonnement.

.3 Géofilets

Les propriétés qui doivent être testées en usine pour les géofilets sont :

A) PROPRIÉTÉS DE BASE

1. l'épaisseur;
2. la densité du polymère;
3. le contenu en noir de carbone;
4. la masse par unité de surface;
- 5.

B) PROPRIÉTÉS COMPLÉMENTAIRES

1. l'allongement à la rupture (dans les 2 sens : machine et travers);
2. la résistance en tension (dans les 2 sens : machine et travers);
3. la transmissivité;
4. la résistance en compression.

.4 Natte bentonitique

A) PROPRIÉTÉS DE BASE

1. la masse par unité de surface de bentonite;
2. la masse surfacique de chaque géotextile;
3. la perméabilité;
4. la perte liquide de la bentonite;
5. le taux d'humidité de la bentonite;
6. l'indice de bombement (Swell Index).

B) PROPRIÉTÉS COMPLÉMENTAIRES

1. la résistance à la tension;
2. la résistance à la délamination (pelage);
3. la résistance au cisaillement interne.

3.1.3 Fabrication

Les manufacturiers des géosynthétiques devront fournir au Gérant de projets ou au Maître de l'ouvrage les documents suivants :

- a) un tableau des propriétés des géosynthétiques incluant, au minimum, les résultats pour les propriétés spécifiées et les procédures pour les différents tests;
- b) une liste des différents polymères entrant dans la fabrication des géosynthétiques;
- c) les procédures d'échantillonnage et la fréquence;
- d) un certificat garantissant que les géosynthétiques rencontrent les propriétés exigées.

Le Propriétaire ou son Mandataire doit s'assurer :

- a) que tous les géosynthétiques rencontrent les spécifications;
- b) que les méthodes pour tester les géosynthétiques en usine sont bel et bien conformes.

3.1.4 Rouleaux

Après la réception des rouleaux de géosynthétiques, les manufacturiers doivent fournir au Gérant de projets un certificat de contrôle de la qualité signé par la personne responsable. Ces certificats devront inclure :

- a) l'identification du type de géosynthétique et le numéro du rouleau;
- b) le résultat des tests de contrôle de la qualité.

Le manufacturier devra identifier les rouleaux avec :

- a) le nom du manufacturier;
- b) le type de géosynthétique;
- c) l'épaisseur du géosynthétique;
- d) le numéro de rouleau;
- e) les dimensions au rouleau;
- f) la date de fabrication.

3.2 LIVRAISON DES GÉOSYNTHÉTIQUES

3.2.1 Transport

Les rouleaux de géosynthétiques doivent être emballés et transportés de façon appropriée pour éviter tout dommage. La livraison est sous la responsabilité du manufacturier ou de l'installateur.

3.2.2 Réception

Le déchargement et l'entreposage des matériaux géosynthétiques sont sous la responsabilité de l'installateur. Advenant le cas où les géosynthétiques sont livrées avant l'arrivée du personnel de l'installateur, l'Entrepreneur général est responsable du déchargement sous la surveillance du Gérant de projets ou du Consultant en assurance-qualité.

Le matériel, une fois déchargé, sera déposé soit sur :

- .1 une surface molle et libre de tous débris pouvant endommager les géosynthétiques;
- .2 des supports adéquats conçus pour protéger les géosynthétiques.

Les points suivants devront être vérifiés avant le déchargement :

- a) s'assurer que l'équipement utilisé pour le déchargement ne risque pas d'endommager les géosynthétiques;
- b) s'assurer que le personnel manipule les rouleaux avec précaution.

À l'arrivée des géosynthétiques, l'installateur devra procéder à une inspection visuelle pour détecter les défauts de surface.

3.2.3 *Entreposage*

L'Entrepreneur général devra prévoir, sur le chantier, un endroit adéquat pour entreposer les géosynthétiques. Cet endroit doit être choisi de manière à minimiser le transport et les manipulations sur le chantier. L'espace d'entreposage doit être protégé du vandalisme, du passage des véhicules, être sec et protégé des accumulations d'eau causées par le ruissellement; de plus, il devra être situé à proximité de la surface de travail.

Les géosynthétiques doivent demeurer enroulés et dans leur emballage de livraison jusqu'à leur installation. On doit s'assurer d'empiler les rouleaux en respectant les recommandations des manufacturiers.

3.3 CERTIFICATION AU CHANTIER

Lors de la livraison des géosynthétiques, le Consultant en assurance-qualité prélèvera divers échantillons, selon le type de géosynthétiques, pour faire vérifier par un laboratoire indépendant les propriétés requises selon le type de géosynthétiques. Les méthodes de prélèvement tiennent compte des recommandations de la norme ASTM D4354 ainsi que des exigences du laboratoire pour la réalisation des essais.

3.3.1 *Géomembranes*

.1 Échantillonnage

Un échantillon pour au moins chaque 10 000 m² de géomembrane ou un échantillon par lot doit être prélevé pour être soumis à des essais en laboratoire. Pour les fins de la présente, un lot est constitué d'un groupe de rouleaux numérotés de façon successive et provenant de la même machine de fabrication. L'échantillon sera prélevé sur une longueur d'au moins 0,45 mètre au début du rouleau.

.2 Essais en laboratoire

Les résultats seront envoyés au Consultant en assurance-qualité pour analyse et pour déterminer si les géomembranes sont conformes ou non.

A) ESSAIS DE BASE : Identification du produit

1. l'épaisseur nominale et minimale;
2. la densité;

3. le contenu en noir de carbone;
4. la dispersion de noir de carbone;
5. la hauteur des aspérités (géomembrane texturée seulement);

B) INDICES DE RÉSISTANCE

1. la résistance à la tension (dans les 2 sens : machine et travers);
 - à la limite élastique,
 - à la rupture.
2. l'élongation (dans les 2 sens : machine et travers);
 - à la limite élastique,
 - à la rupture.

C) ESSAIS DE PERFORMANCE

1. la résistance à la perforation;
2. la résistance à la fissuration sous contrainte;
3. la résistance à la déchirure.

D) ESSAIS DE DURABILITÉ

1. le temps d'induction à l'oxydation.

Les clauses techniques peuvent exiger ces essais en tout ou en partie.

.3 Résultats

Le tableau suivant présente les exigences pour les géomembranes. Les clauses techniques peuvent avoir des exigences différentes pour certaines propriétés.

Si les résultats ne sont pas conformes et que l'on présume que cela peut être une erreur du laboratoire, on peut faire tester à nouveau soit par le même laboratoire ou soit par un laboratoire différent.

Par la suite, si les résultats ne sont pas conformes, on doit rejeter le lot au complet à moins que le Gérant de projets décide de faire tester à nouveau d'autres

échantillons du même lot. Dans ce cas, on prélève un échantillon sur les rouleaux précédent et suivant le rouleau défectueux.

Si les résultats démontrent que les deux (2) rouleaux sont conformes, on accepte le lot à l'exception du rouleau défectueux.

Si le rouleau précédent passe les tests mais que le rouleau suivant le rouleau défectueux n'est pas conforme, alors on peut accepter les rouleaux précédents et l'inverse si le rouleau suivant passe mais que le rouleau précédent échoue les tests.

Seuls les rouleaux conformes et spécifiquement identifiés par le Consultant en assurance-qualité pourront être déployés.

IDENTIFICATION	PROPRIETE	NORME	UNITES	Exigences		REMARQUES	
				FeHD lisse	PeBDL texturé		
IDENTIFICATION	Épaisseur nominale	ASTM D5199	mm	1,5	1,0		
	Épaisseur minimale	ASTM D5994	mm				
	Hauteur des aspérités		mm	1,37	0,9		
	Densité	GRI GM12 D792 Method A	mm				
	Indice de fusion (Melt Index)	ASTM D1238	g/cm ³	≥ 0,94	≥ 0,931 et ≥ 0,939	Condition 190/2,16	
	Contenu en noir de carbone	D4218	%	2 à 3	2 à 3		
	Dispersion du noir de carbone	ASTM D5596	catégorie	1, 2 ou 3	1, 2 ou 3	Sur 10 vues, 9 dans les catégories 1 ou 2 et 1 dans la catégorie 3	
	DURABILITE	Temps d'induction à l'oxydation	ASTM D3895	minutes	> 100	> 100	Permet de vérifier la dégradation dans le temps du produit et déterminer sa durée de vie
		INDICES DE RESISTANCE	Tension à la limite élastique	kN/m	23,1	15,0	
			Tension à la rupture	kN/m	42,0	26,6	
PERFORMANCE		Élongation à la limite élastique	%	13	20		
	Élongation à la rupture	%	700	1 000			
SOUDES	Résistance à la déchirure	ASTM D1004	N	187	80	Détermine la sensibilité de la membrane lors des manipulations à l'installation et en période de vent	
	Résistance à la perforation	ASTM D4833	N	480	195,7	Simule de comportement de la membrane contre la perforation par des pierres ou débris lorsqu'elle est soumise à une charge	
	Résistance à la fissuration sous contrainte	ASTM D1693	heures	> 1 500		Simule le comportement de la membrane soumise à une charge et à des agents environnementaux agressifs. Vérifie la sensibilité de la membrane à la cristallisation	
	Résistance au cisaillement	ASTM D6392	kN/m N/25 mm	22,0 525	10,5 230	Rupture FTB = Film tearing bond : Déchirure au niveau des membranes et non de la soudure indiquant l'intégrité de la connexion entre les deux (2) membranes.	
SOUDES	Élongation à la rupture	ASTM D6392	%	50	50		
			kN/m N/25 mm	15,7 340	9,2 190		
			kN/m N/25 mm	14,3 340	190		
			%	25	25		

NOTE : Sauf indication contraire, les valeurs correspondent aux valeurs minimales acceptables

3.3.2 Géotextile

.1 Échantillonnage

Un échantillon pour au moins chaque 10 000 m² de géotextile ou un échantillon par lot doit être prélevé, pour être soumis à des essais en laboratoire. Pour les fins de la présente, un lot est considéré comme une unité de production ayant des propriétés en commun et qui se distingue facilement des autres unités de production. L'échantillon sera prélevé sur une longueur d'au moins un (1) mètre au début du rouleau.

.2 Essais en laboratoire

Les résultats seront envoyés au Consultant en assurance-qualité pour analyse et pour déterminer si les géotextiles sont conformes ou non.

A) ESSAIS DE BASE : Identification du produit

1. l'épaisseur;
2. la masse par unité de surface;
3. l'ouverture de filtration.

B) INDICES DE RÉSISTANCE

1. la tension à la rupture (dans les 2 sens : machine et travers);
2. l'allongement à la rupture (dans les 2 sens : machine et travers);

C) ESSAIS DE PERFORMANCE

1. la résistance à la perforation (au poinçonnement);
2. la résistance à l'éclatement Mullen;
3. la résistance à la déchirure (dans les 2 sens : machine et travers).
4. la résistance à la traction (bande large) dans les deux (2) sens machine et travers.

D) PROPRIÉTÉS HYDRAULIQUES

1. la permittivité.

Les clauses techniques peuvent exiger ces essais en tout ou en partie.

.3 Résultats

Le tableau suivant présente les exigences pour les géotextiles.

Le type 1 possède les caractéristiques pour la protection des géomembranes et la résistance à la tension de la couche de géosynthétiques. Le type 2 est utilisé comme séparateur et filtre pour la pierre nette autour des drains lorsque la couche drainante est constituée de sable. Le type 3 est un séparateur pour diverses applications. Les clauses techniques peuvent modifier ces définitions ou ajouter d'autres types pour les besoins spécifiques.

Si les résultats ne sont pas conformes et que l'on présume que cela peut-être une erreur du laboratoire, on peut faire tester à nouveau par le même laboratoire ou par un différent.

Par la suite, si les résultats ne sont pas conformes, on doit rejeter le lot au complet à moins que le Gérant de projets décide d'isoler le (ou les) rouleau(x) défectueux selon la méthode décrite pour les géomembranes au point 3 de l'article 3.3.13.

IDENTIFICATION	PROPRIÉTÉ	NORME	UNITÉS	EXIGENCES			REMARQUES
				Type 1	Type 2	Type 3	
INDICES DE RÉSISTANCE	Épaisseur minimale	CAN 148.1 N° 3	mm	3,5	2,6	1,1	
	Masse par unité de surface	CAN 148.1 N° 2	g/m ²	Tel qu'il est spécifié dans les clauses techniques			Voir le tableau suivant
	Ouverture de filtration (F.O.S.)	CAN 148.1 N° 10	microns	40-80	450-650	55-100	
PERFORMANCE	Tension à la rupture (essai d'arrachement)	CAN 148.1 N° 7.3	N	1 650 1 450	160 120	575 530	Vérifie la résistance du géotextile pour son utilisation spécifique
	Allongement à la rupture	CAN 148.1 N° 7.3	%	70-100	20-40	55-85	
	Résistance à la perforation (poinçonnement)	ASTM D4833	kN	1,0	—	—	Simule le comportement du géotextile contre la perforation des pierres ou débris lorsqu'il est soumis à une charge
HYDRAULIQUE	Déchirure amorcée (méthode trapézoïdale)	CAN 4.2 N° 12.2	N	700 600	—	275 235	Détermine la sensibilité du géotextile à la déchirure lors de son installation
	Résistance à l'éclatement (Mullen)	CAN 4.2 N° 11.1	kPa	3 900 3 500	1 100 900	1 850 1 550	Simule le comportement du géotextile séparant une pierre nette d'un autre granulaire et soumis à la circulation de véhicules
	Résistance à la traction (bande large)	ASTM D4595	N	—	—	—	Simule le comportement du géotextile soumis à une traction dans les pentes
	Allongement à la rupture	ASTM D4595	%	—	—	—	
	Perméabilité	CAN 148.1, N° 4	X 10 ⁻¹ cm/sec	2,3	10	0,9	
	Permittivité	ASTM D4491	s ⁻¹	—	11,5	—	Vérifie la capacité de filtration du géotextile

Propriétés des géotextiles pour différentes masses spécifiques

PROPRIETE	NORME	UNITES	MASSE PAR UNITE DE SURFACE					
			g/m ²					
			340	406	542	812	1 080	2 000
Tension à la rupture	CAN 148.1 N° 7.3	N	1 020	1 330	1 640	2 000	2 250	2 800
Allongement à la rupture	CAN 148.1 N° 7.3	%	50	50	50	50	50	50
Déchirure amorcée (méthode trapézoïdale)	CAN 4.2 N° 12.2	N	420	510	640	890	960	1 270
Résistance à la perforation	ASTM D4833	N	530	620	750	1 110	1 330	1 710

NOTE : Les valeurs indiquées sont des valeurs minimales moyennes (MARV).

Les clauses techniques peuvent avoir des exigences différentes pour certaines propriétés.

3.3.3 Géofilet

.1 Échantillonnage

Un échantillon pour chaque 10 000 m² de géofilet ou un échantillon par lot doit être prélevé pour être soumis à des essais en laboratoire. Un lot est constitué d'un groupe de rouleaux numérotés de façon successive et provenant de la même machine de fabrication. L'échantillon sera prélevé sur une longueur d'au moins 0,61 mètre au début du rouleau.

.2 Essais en laboratoire

Les résultats seront envoyés au Consultant en assurance-qualité pour analyse et pour déterminer si les géofilets sont conformes ou non.

A) ESSAIS DE BASE : Identification du produit

1. l'épaisseur;
2. la densité du polymère;
3. le contenu en noir de carbone;
4. la masse surfacique;

B) ESSAIS DE PERFORMANCE

1. la résistance en tension (dans les 2 sens : machine et travers);
2. la résistance en compression;

C) PROPRIÉTÉ HYDRAULIQUE

1. la transmissivité;

.3 Résultats

Le tableau suivant présente les résultats pour le géofilet.

Si les résultats ne sont pas conformes et que l'on présume que cela peut-être une erreur de laboratoire, on peut faire tester à nouveau par le même laboratoire ou par un différent.

Par la suite, si les résultats ne sont pas conformes, on doit rejeter le lot au complet, à moins que le Gérant de projets décide d'isoler le (ou les) rouleau(x) défectueux selon la méthode décrite pour les géomembranes au point 3 de l'article 3.3.13.

GÉOFILET					
	PROPRIETE	NORME	UNITES	EXIGENCES	REMARQUES
IDENTIFICATION	Densité du polymère ou poids volumique	ASTM D792	g/cm ³	≥ 0,94	
	Contenu en noir de carbone	ASTM D4218	%	2	
	Épaisseur	ASTM D5199	mm	5,0	
	Masse surfacique	ASTM D5261	g/m ²	790	
PERFORMANCE	Résistance à tension (bande large)	ASTM D4595	kN/m	7,35	
	Résistance en compression	ASTM D6364	kPa	_____	Vérifie la capacité du géofilet à conserver ses propriétés de drainage sous une charge
HYDRAULIQUE	Transmissivité à la contrainte de service (gradient 0,25 à 479 kPa)	ASTM D4716	m ² /s	2 x 10 ⁻³	

Les clauses techniques peuvent avoir des exigences différentes pour certaines propriétés.

3.3.4 *Natte bentonitique*

.1 Échantillonnage

Un échantillon pour chaque 10 000 m² de natte bentonitique ou un échantillon par lot doit être prélevé pour être soumis à des essais en laboratoire. L'échantillon sera prélevé sur une longueur d'au moins 1,22 mètre au début du rouleau.

.2 Essais en laboratoire

Les résultats seront envoyés au Consultant en assurance-qualité pour analyse pour déterminer si les nattes bentonitiques sont conformes ou non.

A) ESSAIS DE BASE : Identification du produit

1. la masse par unité de surface de bentonite;
2. la masse surfacique de chaque géotextile;
3. l'indice de gonflement;
4. le volume de filtrat.

B) ESSAIS DE PERFORMANCE

1. la résistance à la tension (bande large);
2. la résistance à la délamination (pelage);
3. la résistance au cisaillement interne.

D) PROPRIÉTÉ HYDRAULIQUE

1. la perméabilité.

.3 Résultats

Si les résultats ne sont pas conformes et que l'on présume que cela peut-être une erreur de laboratoire, on peut faire tester à nouveau par le même laboratoire ou par un différent.

Par la suite, si les résultats ne sont pas conformes, on doit rejeter le lot au complet, à moins que le Gérant de projets décide d'isoler le (ou les) rouleau(x)

défectueux selon la méthode décrite pour les géomembranes au point 3 de l'article 3.3.1.

Si seule la résistance à la délamination ne rencontre pas l'exigence, un nouvel échantillon de 0,30 mètre de longueur sera prélevé sur le rouleau concerné et transmis au laboratoire pour une seconde expertise avant de décider de rejeter le rouleau.

NATTE BENTONIQUE					
PROPRIETE		NORME	UNITES	EXIGENCES (VALEUR MINIMALE MOYENNE)	REMARQUES
IDENTIFICATION	Masse surfacique de la couche inférieure	ASTM D5993	g/m ²	200 MARV	géotextile non-tissé en fibre de polypropylène
	Masse surfacique de la couche supérieure		g/m ²	200 MARV	géotextile non tissé en fibre de polypropylène
	Masse surfacique de la couche intermédiaire		g/m ²	4 340 MARV	bentonite de sodium en poudre ou en granule
	Gonflement de la bentonite	ASTM D5890	ml/2g	24	minimum
	Volume de filtrat	ASTM D5891	ml	18	maximum
PERFORMANCE	Résistance à la tension (bande large)	ASTM D4595	N	667 MARV	
	Résistance à la délamination (pelage)	ASTM D6496	N	65	Simule le détachement des géotextiles lors du gonflement de la bentonite
	Résistance au cisaillement interne	ASTM D6243	kPa	24	Simule le comportement de la natte lorsqu'elle est mise en place dans les pentes
HYDRAULIQUE	Perméabilité	ASTM D5084	cm/s	5 x 10 ⁻⁹	maximale

3.4 TRANCHÉE D'ANCRAGE

La tranchée d'ancrage doit être excavée par l'Entrepreneur selon les plans et devis avant le déploiement des géosynthétiques.

Si la tranchée d'ancrage est excavée dans un sol sensible à la dessiccation, on doit excaver la tranchée d'ancrage seulement pour la partie nécessaire au déploiement de la membrane dans une journée pour minimiser la dessiccation des sols.

On devra éviter de faire des plis dans la géomembrane lorsqu'elle sera disposée dans la tranchée d'ancrage. Il est interdit d'utiliser des piquets comme système d'ancrage temporaire des géosynthétiques.

La mise en place des géosynthétiques et le remplissage de la tranchée d'ancrage s'effectuera selon les spécifications des clauses techniques.

3.5 PRÉPARATION DE LA SURFACE D'ASSISE

L'Entrepreneur général est responsable de la mise en forme de la surface qui sert de support aux géosynthétiques et il doit coordonner les travaux avec l'installateur.

Préalablement à l'installation des géosynthétiques, le Consultant en assurance-qualité doit s'assurer des points suivants :

- a) un technicien qualifié a vérifié la conformité de tous les alignements et niveaux de l'assise (max. ± 50 mm par 100 m² de surface);
- b) la surface a été nettoyée et compactée de manière à ce qu'elle soit exempte de toute végétation, irrégularité, dépression ou changement abrupte en élévation;
- c) la surface a été débarrassée de toutes racines, roches de plus de 50 mm ou plus de diamètre ou autres débris qui risquent d'endommager les géosynthétiques;
- d) aucune surface n'a subi d'érosion excessive par l'eau ou le vent;
- e) à aucun endroit sur l'assise, la teneur en eau est excessive;
- f) la surface ne contient pas de fissure due à la dessiccation dépassant les spécifications du projet;
- g) les ornières laissées par la machinerie utilisée pour le déplacement des géosynthétiques ne dépassent pas 25 mm.

L'installateur doit confirmer, par écrit, avant le déploiement, que l'état de l'assise sur laquelle les géosynthétiques doivent être installés est accepté. Le certificat d'acceptation doit être fourni au Consultant en assurance-qualité avant le début du déploiement sur la surface en question. Le Consultant en assurance-qualité doit fournir une copie du certificat d'acceptation de l'assise au Gérant de projets. L'installateur pourra accepter l'assise au fur et à mesure de l'avancement de ses travaux. Une fois acceptée, l'installateur est responsable de la surface d'assise et devra réaliser les travaux requis pour respecter les modalités du présent devis.

Après que l'assise ait été acceptée par l'installateur, il est de la responsabilité de l'installateur d'aviser le Gérant de projets de tous les changements de condition de

l'assise qui pourraient nécessiter des réparations. Le Gérant de projets peut consulter l'Ingénieur à ce sujet.

En tout temps, avant et durant l'installation, le Consultant en assurance-qualité avisera le Gérant de projets de toute défaillance observée concernant l'assise des géosynthétiques.

Avec le certificat d'acceptation de l'assise, un rapport comprenant les éléments suivants doit être présenté :

- a) la date et l'heure;
- b) la description de la (ou des) zone(s) acceptée(s);
- c) l'acceptation partielle ou complète;
- d) les commentaires;
- e) le nom et la signature du représentant de l'installateur;
- f) le nom et la signature du Gérant de projets.

4. INSTALLATION ET CONTRÔLE DES GÉOMEMBRANES

4.1 LOCALISATION

La mise en place des panneaux doit, dans la mesure du possible, respecter le plan de déploiement soumis par l'installateur, sinon les modifications devront être détaillées et présentées au Gérant de projets pour approbation avant l'installation.

4.2 IDENTIFICATION DES PANNEAUX

Un panneau est une surface de géomembrane qui doit être soudée au chantier, c'est-à-dire un rouleau ou une portion de rouleau de géomembrane.

Au moment de l'installation, l'installateur doit déterminer pour chaque panneau une numérotation qui correspond au plan de déploiement. On ne doit pas utiliser la numérotation des rouleaux, trop lourde, mais plutôt une numérotation simple et logique.

4.3 INSTALLATION DES PANNEAUX

4.3.1 Localisation

Les panneaux doivent être disposés selon le plan de déploiement fourni par l'installateur. Le Gérant de projets peut, durant le déploiement, modifier le plan selon les conditions existantes.

Le Consultant en assurance-qualité doit tenir un registre de tous les panneaux et de leurs localisations ainsi que de la date d'installation.

4.3.2 Vérification des conditions d'installation

L'installateur, en collaboration avec le Consultant en assurance-qualité, doit s'assurer que :

- l'équipement lourd utilisé est adéquat, c'est-à-dire qu'il n'exposera pas la géomembrane à des chaleurs ou pressions excessives ou fuites d'huile ou de carburant;
- l'assise ne s'est pas détériorée entre l'acceptation et le début du déploiement;
- le personnel travaillant sur la géomembrane ne fume pas, ne porte pas de

- chaussures qui peuvent être dommageables ou pose des gestes nuisibles à la géomembrane;
- la méthode pour le déroulement de la géomembrane n'endommage pas l'assise et la géomembrane;
 - la méthode utilisée pour le déploiement minimise la formation de plis dans la géomembrane (spécialement les plis à la jonction de deux (2) panneaux). On peut laisser un certain jeu pour compenser les contractions thermiques maximales;
 - lors du déploiement des panneaux, ceux-ci sont suffisamment chargés avec des sacs de sable pour les protéger du soulèvement par le vent. Lors de grands vents, on peut prévenir le soulèvement en déposant du sable sur les bords des panneaux;
 - que les contacts directs avec la géomembrane sont minimisés, c'est-à-dire qu'aux endroits sujets à une circulation excessive, on dépose un géotextile, une géomembrane supplémentaire ou tout autre matériel adéquat.

Le Consultant avisera le Gérant de projets si les règles énumérées ci-dessus ne sont pas respectées.

4.3.3 Conditions météorologiques

Aucune géomembrane ne doit être déployée quand la température de la géomembrane est sous le point de congélation (0 °C) ou au-dessus de 50 °C sans la permission écrite du Gérant de projets.

Aucune géomembrane ne doit être déployée lorsqu'il y a précipitation, présence d'humidité excessive et présence de surface saturée d'eau ou de vent excessif.

L'Installateur doit prévoir l'expansion ou la contraction des géomembranes selon les extrêmes de température qui peuvent survenir lors du déploiement afin d'éviter les contraintes, les plis et les soulèvements.

Le Consultant en assurance-qualité informera le Gérant de projets de tous les problèmes ou retards liés aux conditions météorologiques.

4.3.4 Inspection pour les dommages

Le Consultant en assurance-qualité doit inspecter chaque panneau après le déploiement et avant le début des opérations de soudure. Le Consultant avisera le Gérant de projets au sujet des panneaux ou portion de panneaux qui doivent être

réparés ou acceptés. Les panneaux qui ont été refusés doivent être identifiés et leur enlèvement enregistré par le Consultant en assurance-qualité.

4.3.5 *Écriture sur les géomembranes*

Pour éviter toute confusion, l'installateur et le Consultant en assurance-qualité devront utiliser des marqueurs adéquats de couleurs différentes.

4.3.6 *Mesurage des géomembranes*

Le Consultant en assurance-qualité procède régulièrement au chaînage des géosynthétiques installés, et cette mesure devient la référence pour le calcul des superficies installées; donc, des superficies payées à l'installateur.

L'installateur devra également utiliser ce chaînage de référence pour établir les quantités à facturer. Donc, à chaque fois que le Consultant en assurance-qualité chaînera les géosynthétiques mis en place, l'installateur devra assister et confirmer la mesure prise. Si l'installateur refuse d'assister au mesurage, il devra utiliser la valeur fournie par le Consultant en assurance-qualité, et ce, sans contestation possible de sa part.

4.4 **SOUDURE**

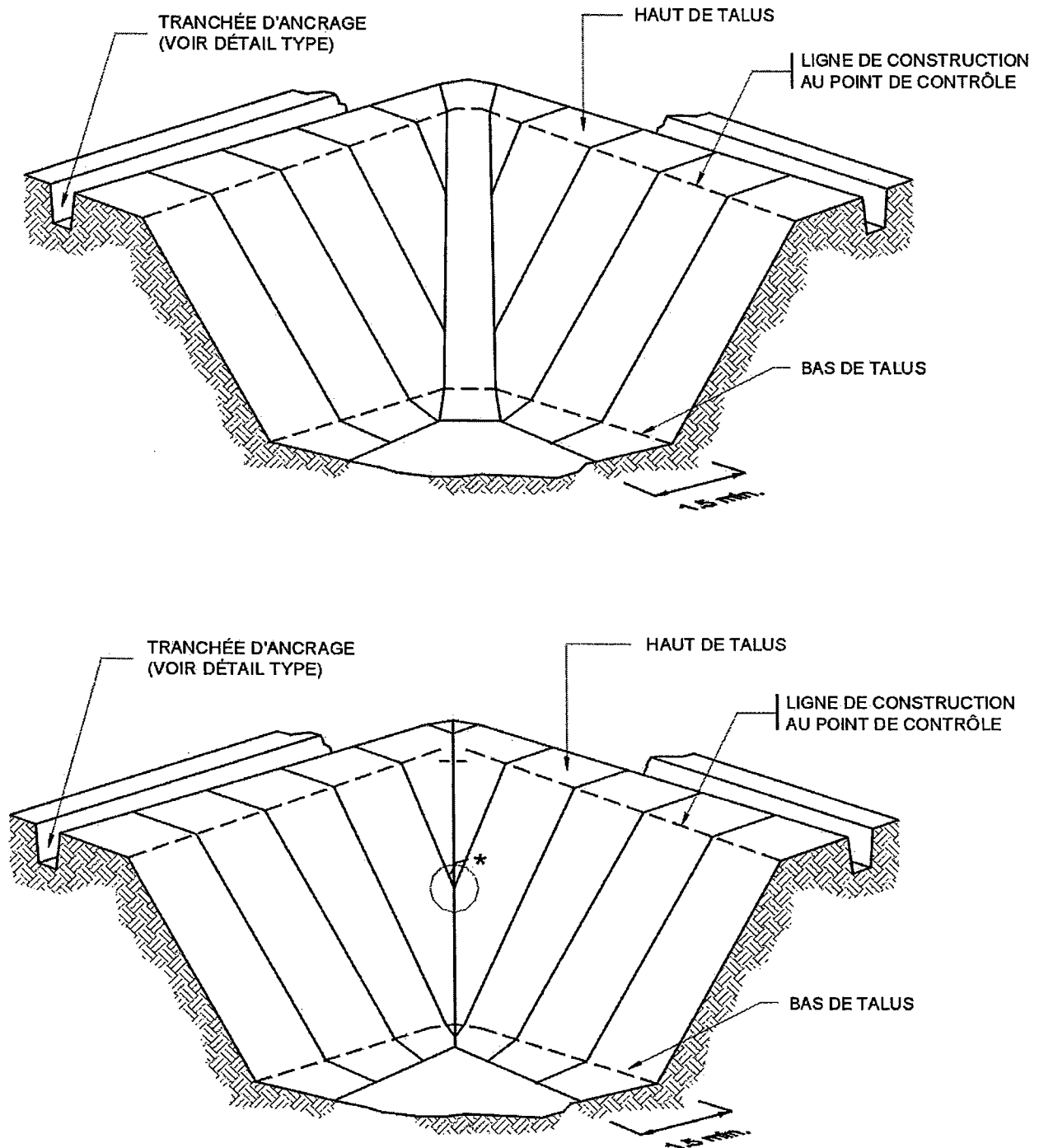
4.4.1 *Plan de déploiement*

Avant le début des travaux, l'installateur doit fournir un plan de déploiement montrant les soudures. Ce plan peut être modifié par l'installateur sur approbation du Gérant de projets.

Toutes les soudures dans les pentes doivent être orientées parallèlement au pendage des pentes maximales. Dans les coins et les pointes géométriques, le nombre de soudures doit être minimisé, car ces endroits sont sujets à des tensions additionnelles. Aucune soudure horizontale n'est permise à moins de 1,5 m du bas des pentes ou des endroits sujets à des concentrations de contraintes (voir figure 1).

Un système d'identification des soudures simple et compatible avec la numérotation des panneaux doit être établi lors de la réunion de pré-construction et/ou la réunion de démarrage.

FIGURE 1 – DÉPLOIEMENT TYPE DANS LES COINS



* LA SOUDURE DES PANNEAUX NE COINCIDE PAS OBLIGATOIREMENT AU MÊME ENDROIT

4.4.2 Produits et équipements de soudure

Les procédés autorisés pour les soudures sont les soudures par fusion (hot wedge) de préférence ou par extrusion. Les procédés alternatifs doivent être soumis et documentés à l'Ingénieur et au Gérant de projets pour approbation.

Le Consultant en assurance-qualité tiendra un registre de :

- ♦ la température des appareils;
- ♦ la température de la résine;
- ♦ la température ambiante;
- ♦ la température des géomembranes au sol.

Ces informations seront relevées à des intervalles de temps suffisamment courts.

L'installateur doit s'assurer des points suivants :

- a) l'équipement utilisé pour les soudures ne risque pas d'endommager les géomembranes;
- b) les fusils à extrusion sont purgés de résine dégradée avant de commencer les soudures;
- c) la génératrice électrique est placée sur une surface qui ne risque pas d'endommager la géomembrane;
- d) les surfaces à souder sont propres et sèches;
- e) les surfaces sur lesquelles on procédera à une soudure par extrusion doivent être sablées pas plus d'une heure avant la soudure;
- f) les appareils à soudure ne sont pas déposés directement sur les géomembranes;
- g) les géomembranes sont protégées adéquatement dans les zones de circulation intense;
- h) la surface qui est sablée ne doit pas dépasser de plus de 7 mm de part et d'autre du cordon de soudure par extrusion;
- i) les panneaux sont placés de manière à avoir un chevauchement minimum de 75 mm (soudure par extrusion) et 125 mm (soudure par fusion). En tout temps, le chevauchement doit être suffisant pour permettre le test de décollement;
- j) aucun solvant ou adhésif ne doit être utilisé sans la permission écrite du Gérant de projets;

- k) maintenir un nombre approprié d'appareils à souder tel qu'il est convenu lors de la réunion de démarrage;
- l) pour les soudures en croix, les bords sont meulés en biseau et les soudures seront effectuées par extrusion;
- m) une membrane de protection sera déployée sous les joints pour prévenir l'adhésion de débris pouvant nuire au procédé de soudure par fusion;
- n) les replis devront être coupés à leur base pour permettre un chevauchement plat adéquat pour la soudure. Si le chevauchement est incorrect, alors les replis devront être réparés avec une pièce dépassant de 150 mm dans toutes les directions l'endroit à réparer.

4.4.3 Préparation pour soudure

L'installateur doit s'assurer que les surfaces à souder seront propres et sans humidité, poussières, saletés, débris ou matériel de toutes sortes. Si un meulage est requis, le Consultant en assurance-qualité doit s'assurer que le procédé est conforme aux normes du fabricant et que celui-ci est effectué dans l'heure précédant le soudage.

Les géomembranes doivent être positionnées de façon à ce que le chevauchement soit entre 75 et 125 mm environ. Les soudures devront être alignées le plus possible, et ce, en minimisant la formation de replis et de « fishmouths ».

Les coupes et les préparations de formes spéciales doivent être réalisées au moins 15 mètres avant les opérations de soudure pour éviter les interruptions.

4.4.4 Conditions météorologiques

Il ne sera pas permis d'effectuer des opérations de soudure lorsqu'il neige ou lorsqu'il grêle.

Advenant la présence de cristaux de glace sur les surfaces à souder, on doit procéder à un séchage à l'air chaud.

Par temps froid, le Consultant en assurance-qualité pourra aussi exiger un préchauffage avant le soudage et/ou l'utilisation d'un abri pour prévenir les pertes de chaleur. Les soudures seront acceptables si le test de décollement est satisfaisant. Plus les températures seront basses, plus la vitesse du soudage sera diminuée. Dans tous les cas, la géomembrane devra être sèche et protégée du vent.

Le Consultant en assurance-qualité s'assurera que les conditions météorologiques sont adéquates et si elles ne le sont pas, celui-ci avisera le Gérant de projets. Le Gérant de projets peut, à ce moment, décider d'arrêter ou de reporter les travaux. Si

les travaux ont lieu par temps froid, le Consultant en assurance-qualité pourra exiger des essais de calibration plus fréquents (voir la section 4.6). Les essais de cisaillement et de décollement devront être effectués sur des échantillons dont la température aura été équilibrée à la température d'une pièce.

4.5 ÉQUIPEMENT DE CONTRÔLE SUR LE SITE

L'installateur doit avoir les appareils suivants, en bon état de fonctionnement, sur le chantier :

4.5.1 Tensiomètre de terrain

- a) Le tensiomètre devra être motorisé et avoir des mâchoires capables de se déplacer à une vitesse mesurée de 50,8 mm/min. (2 po/min).
- b) Le tensiomètre devra être muni d'une jauge mesurant la force exercée entre les deux (2) mâchoires.

4.5.2 Boîte à vacuum

La boîte à vacuum consistera en une caisse rigide munie d'une fenêtre d'observation transparente sur le dessus et d'un joint étanche de néoprène, doux et uniforme, attaché sur le dessous. La caisse sera munie d'une valve de vidange.

Un système de vacuum indépendant sera raccordé à la boîte à vacuum pour assurer la création et le maintien d'une pression négative de deux (2) à trois (3) psi à l'intérieur de la boîte. Une solution savonneuse devra être déposée sur le joint immédiatement avant la pose de la boîte à vacuum.

4.5.3 Équipement de contrôle pour la pression d'air

Cette méthode sera utilisée seulement dans le cas où les joints sont construits par la méthode double fusion.

- a) L'équipement sera constitué d'une pompe à air capable de générer et de maintenir une pression positive entre vingt (20) et trente (30) psi.
- b) Un manomètre capable de lire jusqu'à trente (30) psi attaché à une aiguille sera utilisé pour pressuriser le chemin d'air à l'intérieur des joints.

4.6 ESSAIS DE CALIBRATION

Des essais de calibration devront être effectués dans le but d'ajuster les machines de soudage avant de procéder aux travaux de construction des joints sur le terrain. Un essai de calibration est composé d'un joint d'essai, sur lequel on prélève deux (2) échantillons pour les tests de décollement et de cisaillement sur le terrain. Chaque soudeur devra effectuer un joint d'essai au début de chaque quart de travail et après avoir effectué cinq (5) heures de travail. Dans le cas où une soudure est interrompue pendant une période supérieure à quatre (4) heures ou en cas de panne provoquée par n'importe quel mauvais fonctionnement de l'appareil, un joint d'essai devra être effectué avant la reprise des travaux sur le terrain. Un joint d'essai doit aussi être effectué lorsque les conditions climatiques entraînent une variation de température de la géomembrane de plus ou moins 5 °C en une heure.

Les essais de calibration devront être effectués sur le terrain sur des pièces de géomembrane approuvées. Les pièces de géomembrane pour un joint d'essai devront avoir au moins 1,0 m de long, 0,4 m de large et avoir un chevauchement suffisant pour procéder au contrôle du décollement avec le tensiomètre de terrain. Le processus des essais de calibration est présenté sur le diagramme 10.2.

Quatre (4) échantillons de 25,4 mm chacun (1 po) devront être prélevés par l'installateur en utilisant un gabarit approuvé. Les échantillons devront être prélevés perpendiculairement au joint et contrôlés sur le site à l'aide du tensiomètre de terrain, deux (2) pour le décollement (pelage) et deux (2) pour le cisaillement (déchirement).

Les quatre (4) échantillons devront respectivement passer le test de cisaillement et le test de décollement et ne pas céder au niveau de la soudure. Si l'échantillon échoue le test, on reprend l'opération pour un second joint d'essai.

Si le second joint testé ne respecte pas les critères exigés, les travaux de construction des joints sur le terrain seront suspendus jusqu'à ce que les déficiences soient réglées. Cela sera vérifié par la production et le contrôle réussi de deux (2) joints d'essais consécutifs.

4.7 DOCUMENTATION DES ESSAIS DE CALIBRATION

L'information suivante doit être documentée par l'installateur et soumise à l'Ingénieur :

- a) la date et l'heure de l'essai;
- b) la température extérieure;
- c) l'identification de l'appareil;
- d) l'identification du soudeur technicien;
- e) la température de l'appareil;
- f) la température de préchauffage, si applicable;
- g) la vitesse de l'appareil, si applicable;
- h) les résultats et types de rupture des essais de décollement (pelage);
- i) les résultats et types de rupture des essais de cisaillement;
- j) l'identification du technicien de contrôle de qualité.

4.8 ESSAIS NON DESTRUCTIFS

Tous les joints devront être testés par la méthode non destructive par l'installateur sur toute leur longueur afin de vérifier l'intégrité du joint.

Les tests non destructifs devront être effectués simultanément avec les travaux de construction des joints sur le terrain.

Les joints préfabriqués qui seront inaccessibles après l'installation; par exemple, ceux qui sont placés sous des structures ou qui sont attachés aux pénétrations, devront être testés avant l'installation finale.

Tous les tests non destructifs seront observés et documentés par l'installateur. La procédure acceptée pour les tests non destructifs est décrite ci-après. Toute procédure alternative devra être soumise à l'Ingénieur pour approbation avant le début des essais.

4.8.1 Boîte à vacuum

Cent pour cent (100 %) de tous les contrôles par vacuum devront se faire sous la surveillance du Consultant en assurance-qualité.

Tous les joints produits par la méthode de soudure par extrusion ou par fusion solide seront évalués par un test de la boîte à vacuum. La solution savonneuse sera appliquée à la section testée et la boîte à vacuum sera placée sur cette section. La valve de vidange sera alors fermée et la valve à vacuum sera ouverte.

Une fois que la section à l'essai est scellée fermement et qu'une pression négative de 13,8 à 20,7 kPa (2-3 psi) est établie, celle-ci sera examinée visuellement pendant une période supérieure à dix (10) secondes afin de déterminer si la solution savonneuse produit des bulles. Le Consultant en assurance-qualité pourra exiger de refaire le test si le temps d'examen n'est pas respecté.

La boîte à vacuum sera alors déplacée et le processus sera répété sur la section adjacente. Un chevauchement visible d'au moins 76,2 mm (3 po) sera maintenu entre toutes les sections d'essai.

Tous les endroits où des bulles ont été observées lors des essais devront être identifiés par une inscription à haute visibilité pour réparation subséquente et devront être enregistrés sur les rapports de contrôle de terrain.

Toute section qui ne réussit pas au contrôle devra être réparée selon les directives à la section 4.10 puis testée à nouveau.

4.8.2 Pression d'air (soudure par fusion)

Le joint devra être scellé aux deux (2) extrémités. Si l'extrémité du joint constitue une partie intégrale de la géomembrane, le scellage devra être effectué de façon à ne pas endommager la géomembrane.

L'appareil pressurisé devra être inséré dans le canal d'air à un bout du joint et une pression de 138 à 207 kPa (20-30 psi) devra y être produite. La valve d'alimentation sera fermée, et la pression sera maintenue pendant au moins 120 secondes. La pression sera réduite en effectuant une incision à l'extrémité opposée du chenal d'air.

L'inspecteur observera la baisse de pression enregistrée sur le manomètre pour vérifier la continuité du chenal d'air. Si une perte de pression supérieure à 2 psi se manifeste ou si la pression d'essai ne peut pas être produite, le joint sera rejeté.

Toute zone défectueuse le long du joint sera identifiée et réparée conformément à la section 4.10 puis testée à nouveau. Le test par vacuum sera permis sur les joints à coin lorsque la zone défectueuse ne peut être isolée en utilisant le test par pression d'air. Tous les trous qui seront créés lors des tests par pression d'air devront être scellés suite aux essais puis contrôlés en utilisant le test par vacuum.

4.8.3 Documentation des essais non destructifs

L'information suivante doit être documentée par l'installateur et soumise à l'Ingénieur.

- a) la date et l'heure de l'essai;
- b) l'identification de la soudure;
- c) la longueur de la soudure inspectée;
- d) l'identification du technicien de contrôle de qualité;
- e) la méthode utilisée;
- f) la pression appliquée, si applicable;
- g) l'identification des fuites;
- h) l'affirmation du réparateur de fuites;
- i) l'affirmation du vérificateur des réparations.

4.9 ESSAIS DESTRUCTIFS

4.9.1 Généralités

Les tests destructifs seront effectués à des endroits sélectionnés par le Consultant en assurance-qualité afin de vérifier les critères exigés au contrat.

Tous les échantillons et essais devront être effectués simultanément avec les travaux de construction des joints sur le terrain de façon à vérifier les propriétés des joints au fur et à mesure que les travaux progressent et que les mesures correctrices seront effectuées. Les tests destructifs sont d'une grande importance, car ils sont la seule mesure directe de l'intégrité des résistances mécaniques des soudures.

4.9.2 Localisation et fréquence

Le Consultant en assurance-qualité déterminera l'endroit et le moment où seront effectués les essais destructifs.

Un minimum de un test par 150 m de soudure sera prélevé. L'installateur ne sera pas informé, au préalable, de la localisation des tests. Le Consultant en assurance-qualité peut augmenter le nombre de tests en se basant sur les résultats déjà obtenus.

Un plus grand nombre de tests peut être nécessaires lorsque le Gérant de projets ou le Consultant en assurance-qualité craint la présence d'un excès de cristallinité, de contamination, de joints défectueux ou toute autre raison pouvant affecter la qualité des joints.

4.9.3 Procédure d'échantillonnage

Les échantillons seront prélevés par le Consultant en assurance-qualité au fur et à mesure que les soudures progressent de manière à obtenir les résultats de laboratoire avant que la géomembrane soit recouverte d'un autre matériel.

Une identification basée sur la numérotation définie sur le plan de déploiement sera assignée à chaque échantillon. La localisation sera représentée sur un croquis.

Tous les trous résultants des essais destructifs seront réparés conformément à la section 4.10.

4.9.4 Dimension de l'échantillon

À un endroit donné, quatre (4) bandes de 25 mm (1 po) de large par 300 mm (12 po) de long seront prélevées par groupe de deux (2), chaque groupe étant distancé l'un de l'autre de 1,2 m le long de la soudure. De ces quatre (4) bandes, deux (2) seront testées en décollement et les deux (2) autres en cisaillement au chantier.

L'information suivante des essais destructifs au chantier doit être documentée et soumise à l'Ingénieur :

- a) la date et l'heure du prélèvement;
- b) la date et l'heure de l'essai;
- c) l'identification de l'essai destructif;
- d) l'identification de la soudure;
- e) les résultats et types de rupture des essais de décollement (pelage);
- f) les résultats et types de rupture des essais de cisaillement;
- g) l'identification du technicien de contrôle de qualité;
- h) la localisation sur le plan « Tel que construit ».

Si les échantillons passent le test de cisaillement et de décollement, alors le Consultant en assurance-qualité prélèvera la bande de 1,2 m comprise entre les deux (2) groupes de bandes (échantillons) en question, avec la soudure au centre, sur une largeur de 30 cm.

Cet échantillon sera coupé en trois (3) morceaux :

1. 0,3 m x 0,3 m que garde l'installateur;
2. 0,3 m x 0,6 m envoyé au laboratoire;
3. 0,3 m x 0,3 m que garde le Gérant de projets aux archives.

4.9.5 Test en laboratoire

Les échantillons pour tests destructifs devront être expédiés par livraison spéciale au laboratoire.

Le laboratoire devra fournir des résultats verbaux dans les 24 heures suivant la réception des échantillons. Les résultats écrits suivront dans la semaine suivante.

.1 Critères

Les tests destructifs font appels à deux (2) tests précis : le test de cisaillement et le test de décollement.

Le test de cisaillement consiste à appliquer une force en tension entre la membrane du haut et celle du bas de manière à créer un cisaillement maximum dans un plan, parallèle aux membranes et passant par la soudure.

Le test de décollement (pelage) consiste à appliquer une force en tension entre la membrane du haut et celle du bas de manière à créer une tension maximum dans un plan, perpendiculaire aux membranes et passant par la soudure. Les exigences pour les propriétés sont présentées au tableau des résultats sur les géomembranes au point 3 de la section 3.3.1

4.9.6 Procédure lors d'échec des tests destructifs

Lors d'échec des tests destructifs, le Consultant en assurance-qualité a deux (2) options :

- 1) L'installateur peut réparer toute la longueur de joint entre deux (2) essais conformes.
- 2) Prendre un échantillon de 25 mm (1 po) à un minimum de 3 m de part et d'autre de l'endroit où l'échantillon a échoué. Faire deux (2) essais au tensiomètre. Si les deux (2) sont conformes, on prend un échantillon complet pour le laboratoire. Si les essais au laboratoire sont conformes on répare entre les deux (2) points, sinon on continue le processus pour définir la zone où la soudure devrait être réparée.

Une soudure acceptable est une soudure qui est délimitée, à chaque extrémité, par un endroit où les échantillons ont passé les tests destructifs en laboratoire.

4.10 DÉFAUTS ET RÉPARATIONS

4.10.1 Identification

Tous les panneaux après soudure seront examinés par le Consultant en assurance-qualité pour identifier les défauts, trous ou mauvaises soudures.

4.10.2 Évaluation

Toute localisation suspecte au niveau de la soudure ou de la membrane sera testée selon une méthode non destructive.

4.10.3 Réparation

Toute portion de géomembrane possédant un manque quelconque ou ayant échoué un test destructif ou non destructif sera réparée. La décision finale sur la procédure de réparation appartient au Gérant de projets ou au Consultant en assurance-qualité.

Les procédés acceptés sont :

- a) Rapiéçage : dans le cas de grand trous, déchirures ou contamination par substance étrangère.
- b) Reprise de soudure : dans le cas d'une petite section de soudure qui n'a pas passé les tests. Lors d'une reprise, on doit meuler la vieille soudure au maximum une heure avant.
- c) Soudure locale (Spot Welding) : dans le cas de défauts minimes (ex. : trou d'épingle, petite déchirure).
- d) Recouvrement : dans le cas de grandes sections de soudure qui n'ont pas passé les tests.
- e) Autres procédés : tout autre procédé doit être soumis et documenté au Consultant en assurance-qualité pour approbation.

De plus, lors de la réparation, toutes les surfaces doivent être propres et sèches.

Toutes les procédures de réparations, matériels ou techniques doivent être approuvées avant la réparation par le Gérant de projets ou le Consultant en assurance-qualité.

Toutes les pièces utilisées pour le rapiécage doivent dépasser de 150 mm, dans toutes les directions; la déféctuosité et les coins doivent avoir, au minimum, un rayon de 75 mm.

4.10.4 Vérification des réparations

L'information suivante des réparations doit être documentée par l'installateur et soumise à l'Ingénieur :

- a) le numéro de réparation;
- b) la date et l'heure de la réparation effectuée;
- c) les essais de calibration correspondant;
- d) la localisation de la réparation;
- e) le type de défaut;
- f) le type de réparation;
- g) la dimension de la réparation;
- h) la date effectuée de l'essai non destructif;
- i) le résultat de l'essai non destructif;
- j) l'identification du technicien de contrôle de la qualité;
- k) la localisation sur le plan « tel que construit ».

4.11 PLAN « TEL QUE CONSTRUIT »

Un plan « Tel que construit » devra être fait par l'installateur et soumis à la fin des travaux. Ce plan devra être dessiné à l'échelle et contenir les informations suivantes :

- a) l'emplacement et le numéro des panneaux de la géomembrane;
- b) la localisation des réparations et des pièces ajoutées;
- c) la localisation des essais destructifs;
- d) la localisation des soudures reconstruites;
- e) la localisation des pénétrations des conduites;
- f) la localisation des ancrages mécaniques aux structures de béton.

5. INSTALLATION ET CONTRÔLE DE QUALITÉ DES GÉOTEXTILES

5.1 INSTALLATION

Les géotextiles doivent être manipulés de manière à s'assurer qu'ils ne subissent aucun dommage.

Les géotextiles doivent être installés de manière à avoir un chevauchement minimal de 300 mm. Dans les pentes, tous les joints de géotextiles seront cousus avec du fil ayant une résistance égale ou supérieure au géotextile.

5.2 RÉPARATIONS

Si les géotextiles se trouvaient endommagés avant ou pendant leur installation, il devront être réparés avec une pièce du même géotextile. La pièce devra dépasser la déféctuosité de 300 mm dans toutes les directions et devra être cousue.

5.3 COUTURE DES GÉOTEXTILES

Lorsque les géotextiles doivent être cousus (exigences des clauses techniques ou réparation), les coutures doivent être réalisées de façon à conserver les propriétés du géotextile et éviter l'effilochage. Les coutures doivent être en continu. Les points isolés ne seront pas permis. Le fil utilisé doit avoir des propriétés chimiques et mécaniques égales ou supérieures au géotextile cousu. La couleur du fil doit être contrastante.

Les géotextiles ne doivent pas être joints aux géosynthétiques supérieurs ou inférieurs par la couture.

6. INSTALLATION ET CONTRÔLE DE QUALITÉ DES GÉOFILETS

6.1 INSTALLATION

Les géofilets doivent être manipulés de manière à s'assurer qu'ils ne subissent aucun dommage. On devra s'assurer que les géofilets aient une longueur suffisante dans la tranchée d'ancrage avant de les dérouler de manière à les garder en tension dans les pentes et qu'ils puissent résister à l'arrachement. En présence de vent, on devra retenir, de manière adéquate, avec des sacs de sable. L'installateur doit s'assurer qu'aucune roche, boues ou autres débris ne soient emprisonnés entre les couches de géomembrane et de géofilet.

Les rouleaux de géofilets doivent être chevauchés dans le sens du déroulement. Lorsque deux (2) rouleaux se croisent à angle droit, ils devront être coupés et chevauchés en alternant le sens des chevauchements pour se conformer au profil du terrain. Le chevauchement, bout à bout entre deux (2) rouleaux, est permis seulement sur les secteurs plats (< 5% de pente); ce chevauchement devra alors être d'au moins 300 mm et avoir un rang de trois (3) attaches en nylon. Le chevauchement entre deux (2) rouleaux adjacents devra avoir au moins 150 mm dans les pentes et sur les plats.

Afin d'empêcher la séparation des chevauchements, des attaches de plastique doivent être disposées à tous les 0,9 m minimum dans les pentes et à tous les 1,5 m minimum sur les plats. Les attaches doivent être de couleurs contrastantes.

Lors de l'installation du géofilet supplémentaire prévue à des endroits spéciaux, le sens des brins doit être à angle droit par rapport au géofilet principal de façon à éviter l'intrusion d'un géofilet dans l'autre.

6.2 RÉPARATIONS

Si les géofilets se trouvaient endommagés avant ou pendant leur installation, ils devront être réparés avec une pièce du même géofilet. La pièce devra dépasser la déféctuosité de 300 mm dans toutes les directions et être attachée avec un minimum de quatre (4) attaches de plastique.

7. INSTALLATION ET CONTRÔLE DE QUALITÉ DE LA NATTE BENTONITIQUE

7.1 RÉCEPTION ET MANUTENTION

- 7.1.1 La natte bentonitique arrive au chantier en rouleau et est livrée habituellement par camion. Chaque rouleau est enveloppé individuellement et chacun des rouleaux est identifié par le manufacturier. Avant le début du déchargement, vérifier visuellement tous les rouleaux dans le but d'identifier tout dommage qui aurait pu survenir au cours du transport. Noter et rapporter immédiatement tout dommage visible au transporteur et au fournisseur. Étiqueter, identifier et séparer les rouleaux endommagés des autres rouleaux.
- 7.1.2 Le déchargement des rouleaux du camion doit être fait de façon à prévenir tout dommage à la natte bentonitique et à son emballage.

Un tuyau ou une barre rigide de capacité suffisante pour supporter le poids total d'un rouleau de natte bentonitique doit être utilisé pour le déchargement et la manutention. Le diamètre du tuyau ou de la barre doit être assez petit pour permettre une insertion facile dans le centre du rouleau de natte bentonitique. Des courroies solides ou des chaînes doivent joindre les extrémités du centre du rouleau aux extrémités de la barre rigide, le tout pour permettre une manipulation sécuritaire avec une pèlerine ou tout autre équipement. Une attention particulière doit être portée au système d'ancrage de façon à éviter que les courroies ou les chaînes ne frottent et endommagent la natte bentonitique et son emballage.

- .1 Alternativement, la natte bentonitique peut être déchargée et manipulée avec un chariot élévateur, communément appelé « Lift truck », équipé d'un système frontal de déchargement composé d'un tuyau rigide d'une longueur correspondant au trois quarts de la longueur d'un rouleau et capable de supporter le poids total du rouleau et de la natte bentonitique.
 - .2 Lorsque recommandé par le manufacturier, des élingues conçues spécialement pour ce type de rouleau devront être utilisées.
- 7.1.3 Pour aucune raison, les rouleaux de natte bentonitique ne pourront être, soit traînés, soit soulevés par seulement une extrémité, soit laissés tomber sur le sol à partir du camion de livraison ou soit déchargés de toute autre façon qui pourrait endommager la natte bentonitique et son emballage.
- 7.1.4 Réparer immédiatement toute déchirure de l'emballage apparue durant le déchargement en utilisant un ruban ou autre matériau permettant de conserver l'étanchéité de l'emballage ou de l'enveloppe protégeant la natte bentonitique.

Vérifier l'état de la natte bentonitique proprement dite à tous les endroits où une déchirure de l'emballage a été notée.

7.2 ENTREPOSAGE AU CHANTIER

7.2.1 Entreposer les rouleaux de natte bentonitique dans leur emballage original étanche dans un endroit à l'abri de la circulation de chantier, mais assez près de la zone de travail pour limiter leur manipulation. L'aire d'entreposage doit être nivelée, sèche, bien drainée, stable et doit protéger la natte bentonitique :

- des précipitations;
- des eaux stagnantes;
- des rayons ultraviolets;
- des produits chimiques;
- des flammes et des étincelles;
- des températures excédant 71 °C (160 °F);
- du vandalisme, des animaux;
- de toutes conditions environnementales ou autres qui pourraient affecter les propriétés physiques de la natte bentonitique.

7.2.2 Pour faciliter son installation, entreposer la natte bentonitique à l'abri du gel.

7.2.3 Toujours entreposer les rouleaux de natte bentonitique à plat continuellement supportés, mais ne portant jamais sur une seule extrémité. Ne jamais entreposer les rouleaux sur des blocs ou des palettes de façon à éliminer les risques de tassement ponctuel de la bentonite.

Les rouleaux peuvent être empilés les uns sur les autres. Toutefois, il faut les placer de manière à ce qu'ils ne glissent pas ou ne tombent pas de la pile. La hauteur d'empilement recommandé est de trois (3) rouleaux. La hauteur d'empilement devra toutefois être établie de façon à assurer une accessibilité sécuritaire des rouleaux à la machinerie et aux travailleurs et empêcher l'écrasement ou la déformation des rouleaux à la base de l'empilement.

7.2.4 Si l'intégrité de l'emballage du rouleau n'a pas été affectée durant le transport et le déchargement et si les exigences concernant l'entreposage et spécifiées dans les paragraphes précédents ont été respectées, les rouleaux de natte bentonitique peuvent être entreposés et empilés sur le chantier le tout recouvert d'une toile imperméable. Toutefois, pour un entreposage à long terme, il est recommandé de placer les rouleaux de natte bentonitique à l'abri des intempéries dans un bâtiment.

7.3 ACCEPTATION DES ROULEAUX DÉFECTUEUX ENDOMMAGÉS

Dans l'éventualité qu'un ou plusieurs rouleaux aient subi une exposition à l'eau, chaque rouleau devra être mis à l'écart pour être examiné par l'installateur et le Consultant en assurance-qualité dans le but de déterminer la gravité des dommages. Si les dommages sont mineurs, la partie endommagée devra être enlevée. Par contre, si les dommages sont majeurs, le (ou les) rouleau(x) devra(ont) être rejeté(s).

7.4 INSTALLATION

La surface d'appui doit être propre et exempte d'aspérités. L'équipement de mise en place ne doit en aucun cas endommager la surface de l'assise. L'installation ne doit pas créer des dépressions de la surface d'appui granulaire supérieure à 25 mm. L'installateur doit s'assurer qu'aucune roche ou autres débris ne soient emprisonnés sous la natte.

L'installateur doit faire connaître sa méthode de déploiement avant de l'utiliser. Sa procédure pourra être discutée lors de la réunion de pré-construction.

L'installateur doit respecter les points suivants avant et pendant le déploiement des rouleaux :

- a) tous les chevauchements dans les pentes doivent être orientés parallèlement au pendage des pentes maximales;
- b) l'alignement des rouleaux doit permettre un chevauchement minimal de 150 mm longitudinal et 300 mm transversal (bout à bout);
- c) la natte bentonitique doit être coupée avec des instruments appropriés (tels que couteaux à tapis);
- d) la natte bentonitique doit être gardée aussi propre que possible et protégée d'une exposition à l'eau jusqu'au moment du recouvrement par la géomembrane en PeHD.

Les joints doivent être réalisés avec de la bentonite sèche ou selon les spécifications du fabricant pour le produit concerné. Si de la bentonite sèche est ajouté au joint, on doit prendre toutes les précautions pour ne pas introduire de bentonite dans les réseaux de collecte.

7.5 RÉPARATIONS

Tous les trous et déchirures dans les nattes bentonitiques devront être réparés avec une pièce de la même natte. La pièce devra dépasser la déféctuosité de 300 mm dans toutes les directions.

Toute superficie hydratée avant le recouvrement de la natte bentonitique doit être remplacée.

8. MISE EN PLACE ET CONTRÔLE DE QUALITÉ DU RECOUVREMENT GRANULAIRE

8.1 INSPECTION DES GÉOSYNTHÉTIQUES

Le comportement et l'état des géosynthétiques, durant leur recouvrement par du sable, devront être constamment surveillés. Les géosynthétiques doivent être approuvés avant de procéder à leur recouvrement. Aucun équipement ne sera autorisé à circuler directement sur les géosynthétiques.

Avant le recouvrement par le sable, le Consultant en assurance-qualité identifiera tout grand pli qui aura pu se produire dans la géomembrane. Les plis qui n'ont pas été fabriqués pour accommoder les contractions thermiques de la géomembrane devront être coupés, réparés et testés par l'installateur conformément à la section 4.10.

8.2 CERTIFICATION DU MATÉRIAU GRANULAIRE

Le type de matériau granulaire et son épaisseur doivent être conformes aux prescriptions des clauses techniques. L'Entrepreneur devra fournir au Gérant de projets la provenance du matériau ainsi que les résultats suivants avant de procéder à l'approvisionnement au chantier :

- a) une analyse granulométrique;
- b) le pourcentage de matières organiques;
- c) le pourcentage de carbonate de calcium (calcaire non acceptable);
- d) la perméabilité;
- e) la teneur en particules plates;
- f) la teneur en particules allongées.

Les exigences (selon le type de matériau) sont présentées au tableau de la section 8.4.

Tout changement de zone d'approvisionnement devra faire l'objet d'une nouvelle évaluation avant l'approvisionnement.

8.3 ENTREPOSAGE DU SABLE

Le sable doit être entreposé conformément aux spécifications des clauses techniques relatives aux matériaux granulaires. La zone et le matériau doivent être convenablement identifiés pour éviter la contamination par d'autres matériaux.

8.4 ÉCHANTILLONNAGE

L'échantillonnage et la réalisation des essais en laboratoire sont sous la responsabilité du Consultant en sols.

8.4.1 Sable

Le sable approvisionné sera vérifié sur un échantillon pour chaque 5000 m³ de matériau entreposé.

8.5 ESSAIS EN LABORATOIRE

Les résultats seront transmis au Consultant en assurance-qualité pour fins d'analyse et pour déterminer si le matériau granulaire est conforme ou non. Les clauses techniques peuvent exiger ces essais en tout ou en partie.

8.5.1 Sable

- a) une analyse granulométrique;
- b) la perméabilité;
- c) le pourcentage de matières organiques.

8.6 RÉSULTATS

Si les résultats ne sont pas conformes et que l'on présume un échantillonnage non représentatif ou une erreur du laboratoire, on peut faire analyser à nouveau par le même laboratoire ou par un différent.

Par la suite, si les résultats ne sont pas conformes, le matériau sera rejeté, et l'ensemble de l'approvisionnement couvert par l'analyse non conforme devra être évacué de l'emprise des travaux.

PROPRIETE	NORME	UNITE	EXIGENCES	REMARQUES
			Sable	
Granulométrie (tamis mm)	BNQ-2560-040	% passant		
31,5				
20				
16				
14				
10				
8				
5				100
1,25				---
0,315				---
0,080				5 max.
Perméabilité à charge constante	ASTM D2434	cm/s	1×10^{-2}	minimum
Matières organiques	LC 31-228	%	0,8	maximum
Carbonate de calcium	ASTM D3042	%		maximum
Particules plates	NQ-2560-265	%	S.O.	Permet de déterminer si le gravier contient des aiguilles
Particules allongées	NQ-2560-265	%	S.O.	

Les Clauses techniques peuvent avoir des exigences différentes pour certaines propriétés.

8.7 MISE EN PLACE

Les équipements autorisés seront les buteurs de type « Low-Pressure » (9 psi maximum), et ce, sur un minimum de 500 mm de sable couvrant la géomembrane ou selon les indications des clauses techniques.

L'équipement utilisé ne devra pas être muni de clous et en aucun temps le virage des équipements sur les premiers 500 mm d'épaisseur de la couche ne sera permis.

Une attention particulière devra être portée lors de l'épandage des premiers 500 mm pour que l'équipement ne touche en aucun temps les géosynthétiques.

Les autres équipements, comme les camions de transport, seront autorisés à rouler sur les rampes d'accès qui auront une épaisseur minimum de 1 m au-dessus des géosynthétiques. Aucun déversement, directement de la benne du camion sur les géosynthétiques, ne sera permis. Le sable devra être mis en place par poussée vers le haut du godet ou de la lame, de la machinerie utilisée.

8.7.1 *Documentation*

L'information suivante doit être documentée dans un rapport de mise en place et soumise à l'approbation de l'Ingénieur.

- a) la description et les caractéristiques du sable;
- b) l'épaisseur des couches et l'épaisseur totale;
- c) les résultats des essais en laboratoire.

9. ACCEPTATION DE LA BARRIÈRE IMPERMÉABLE

La barrière imperméable sera acceptée lorsque :

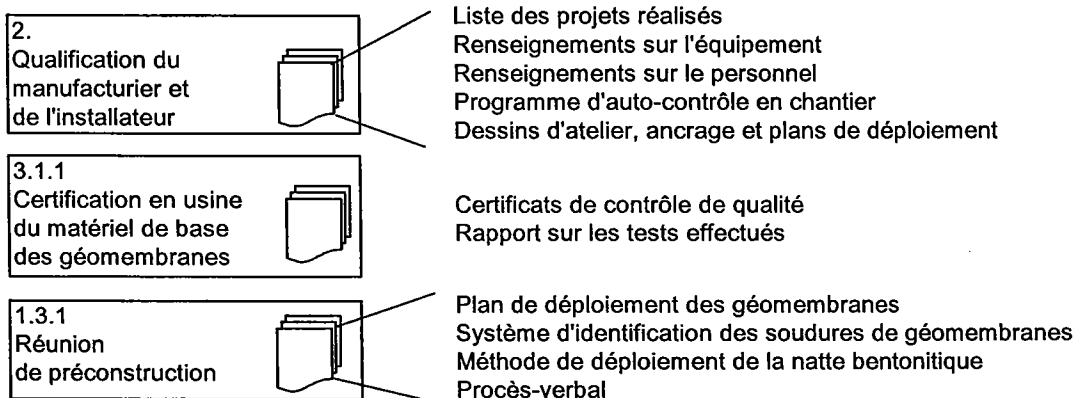
- a) toutes les soudures et réparations sont terminées et ont passé tous les tests associés;
- b) le recouvrement de la barrière imperméable sera complété;
- c) la documentation de l'installation est complétée incluant la garantie de fabrication des géomembranes.

Cette documentation devra être soumise sous forme de rapport final et devra contenir au moins les éléments suivants :

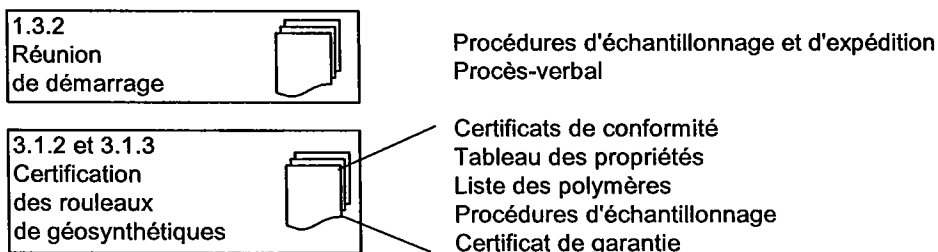
- a) un résumé des activités de construction;
- b) un résumé des activités de contrôle de qualité;
- c) une certification de conformité des matériaux;
- d) une certification de conformité des travaux;
- e) les résultats des contrôles de qualité des manufacturiers;
- f) les résultats des contrôles de qualité de l'installateur;
- g) les plans « Tel que construit » de tous les géosynthétiques;
- h) la signature des responsables.

10. DIAGRAMMES D'ASSURANCE-QUALITÉ

10.1 Processus général d'assurance-qualité



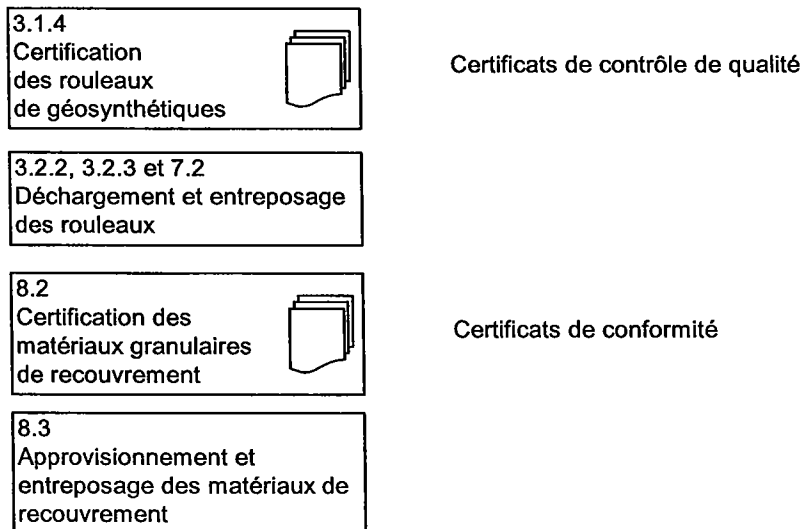
TRAVAUX DE CONSTRUCTION DU LET




EXPÉDITION DES GÉOSYNTHÉTIQUES

3.2.1
Transport
des géosynthétiques

RÉCEPTION DES GÉOSYNTHÉTIQUES 3.2.2 ET 7.1



3.3
Certification au chantier
des rouleaux de
géosynthétiques




Résultats des essais pour analyse

TRAVAUX DE CONSTRUCTION DE LA BARRIÈRE IMPERMÉABLE

1.3.3
Réunion hebdomadaire


3.4
Tranchée d'ancrage

3.5 et 7.4
Préparation
de la surface
d'assise



Certificat d'acceptation de l'assise
Rapport d'acceptation

4.1
Localisation
des panneaux
de géomembrane




Modifications au plan de déploiement

4.2
Identification
des panneaux de
géomembrane

DÉPLOIEMENT DES GÉOSYNTHÉTIQUES

7.4 et 7.5
Installation et réparation de la
natte bentonitique

4.
Installation et contrôle
des géomembranes



Modifications au plan de déploiement
Enregistrement des dommages
Documentation des essais de calibration
Documentation des essais non destructifs
Documentation des essais destructifs
Documentation des réparations

5.
Installation et contrôle
des géotextiles

6.
Installation et contrôle
des géofilets

8.1
Inspection et réparations
des géosynthétiques

MISE EN PLACE DU RECOUVREMENT GRANULAIRE

8.4, 8.5 et 8.6
Échantillonnage et
essais sur les
matériaux de recouvrement



Résultat des essais en laboratoire

8.7
Mise en place du
matériau de
recouvrement



Rapport de mise en place

FIN DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION DE LA BARRIÈRE IMPERMÉABLE

9.
Acceptation
de la barrière
imperméable



Rapport final de documentation de l'installation

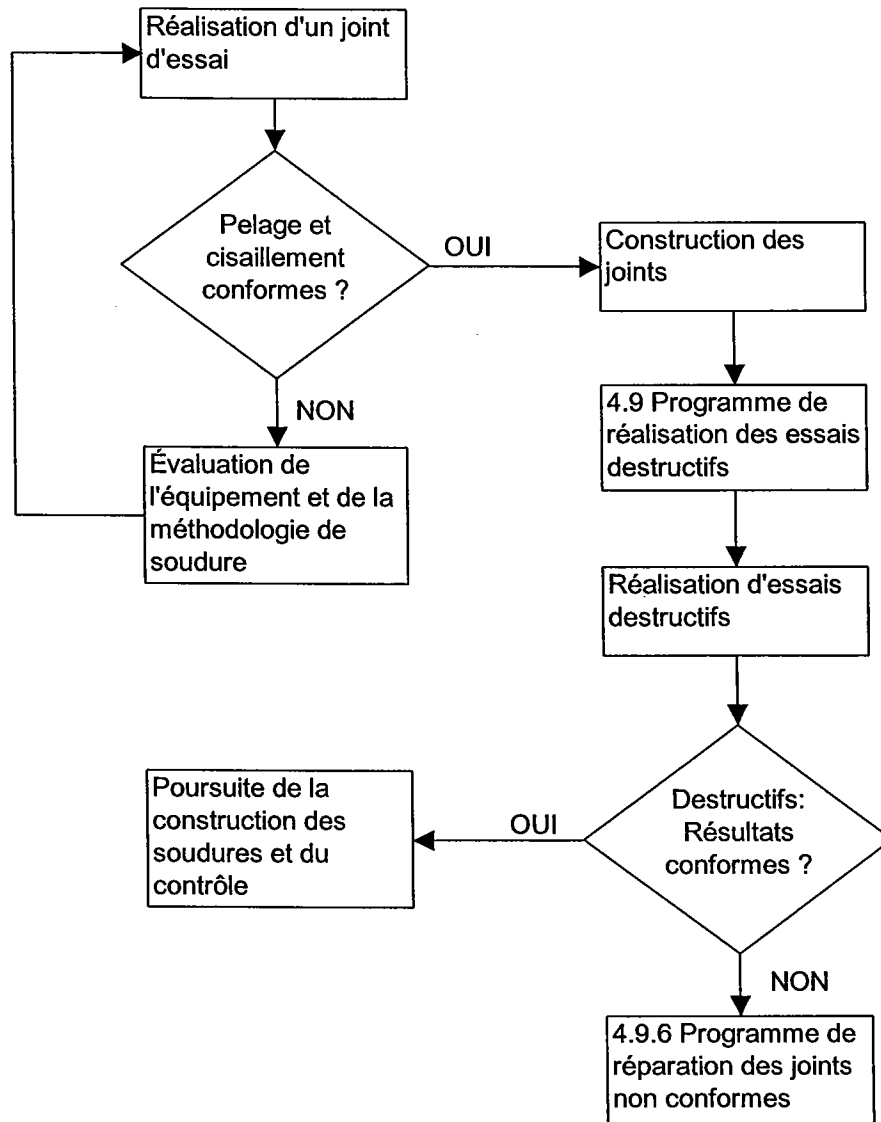
FIN DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION DU LET

4.11
Plan
tel que construit
des géosynthétiques



Plan tel que construit

10.2 Processus de contrôle sur les soudures de géomembranes



11. LISTE DE RÉFÉRENCE

US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY

- EPA 530/SW-91/051 "Technical Guidance Document: Inspection Techniques for the Fabrication of Geomembrane Field Seam", May 1991, 174 Pages.
- EPA 540/R-92/073 "Technical Guidance Document: Construction Quality Management for Remedial Action and Remedial Design Waste Containment Systems", October 1992, 108 Pages.
- EPA 600/R-93/182 "Technical Guidance Document: Quality Assurance and Quality Control for Waste Containment Facilities", September 1993, 305 Pages.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS

- ASTM D792-00 "Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement".
- ASTM D1004-94a "Standard Test Methods for Initial Tear Resistance of Plastics Film and Sheeting".
- ASTM D1238-01e1. "Standard Test Method for Melt Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer".
- ASTM D1693-01 "Standard Test Method for Environmental Stress Cracking of Ethylene Plastics".
- ASTM D3042-97 "Standard Test Method for Insoluble Residue in Carbonate Aggregates".
- ASTM D3895-98 "Standard Test Method for Oxidative-Induction Time of Polyolefin by Differentials Scanning Calorimetry".
- ASTM D4218-96 (2001) "Standard Test Method for Determination of Carbon Black Content in Polyethylene Compounds by the Muffle – Furnace Technique".
- ASTM D4354-99 "Standard Practice for Sampling of Geosynthetics for Testing".
- ASTM D4491-99a "Standard Test Methods for Water Permeability of Geotextiles by Permittivity".

- ASTM D4595-86 (2001) "Standard Test Method for Tensile Properties of Geotextiles by the Wide-Width Strip Method".
- ASTM D4716-01 "Test Method for Determining the (In-Plane) Flow Rate per Unit Width and Hydraulic Transmittivity of a Geosynthetic using a Constant Head".
- ASTM D4833-00 "Standard Test Method for Index Puncture Resistance of Geotextiles, Geomembranes, and Related Products".
- ASTM D4976-00b "Standard Specification for Polyethylene Plastics Molding and Extrusion Materials".
- ASTM D5084-00e1 "Standard Test Methods for Measurement of Hydraulic Conductivity of Saturated Porous Materials using a Flexible Wall Permeameter".
- ASTM D5199-01 "Standard Test Method for Measuring the Nominal Thickness of Geosynthetics".
- ASTM D5596-94 "Standard Test Method for Microscopic Evaluation of the Dispersion of Carbon Black in Polyolefin Geosynthetics".
- ASTM D5890-01 "Standard Test Method for Swell Index of Clay Mineral Component of Geosynthetic Clay Liners".
- ASTM D5891-01 "Standard Test Method for Fluid Loss of Clay Component of Geosynthetic Clay Liners".
- ASTM D5993-99 "Standard Test Method for Measuring Mass per Unit of Geosynthetic Clay Lines".
- ASTM D5994-98 "Standard Test Method for Measuring Core Thickness of Textured Geomembrane".
- ASTM D6243-98 "Standard Test Method for Determining the Intervaland Interface Shear Resistance of Geosynthetic Clay Liner by the Direct Shear Method".
- ASTM D6364-99 "Standard Test Method for Determining the Short Term Compression Behavior of Geosynthetics".

- ASTM D6392-99 "Standard Test Method for Determining the Integrity of Nonreinforcing Geomembrane Seams Produced Using Thermo-Fusion Methods".
- ASTM D6496-99 "Standard Test Method for Determining Average Bonding Peel Strength between the Top and bottom Layers of Needle – Punched Geosynthetic Clay Liners".
- ASTM D6693-01 "Standard Test Method for Determining Tensile Properties of Nonreinforced Polyethylene and Nonreinforced Flexible Polypropylene Geomembrane".

STANDARD COUNCIL OF CANADA

- CAN/CGSB-148.1 No./No. 2-M85 "Methods of testing geotextiles and geomembranes – Mass per unit area".
- CAN/CGSB-148.1 No./No. 3-M85 "Methods of testing geotextiles and geomembranes – Thickness of geotextiles".
- CAN/CGSB-148.1 N° 7.3-92 « Méthodes d'essais pour géotextiles et géomembranes – Essais de résistance à la rupture des géotextiles – Essai d'arrachement ».
- CAN/CGSB-148.1 N° 10-94 « Méthodes d'essais des géosynthétiques, géotextiles – Détermination du diamètre d'ouverture de filtration ».
- CAN/CGSB-4.2 N° 11.1-94 « Méthodes pour épreuves textiles – Résistance à l'éclatement – Essais à l'éclatomètre à membrane ».
- CAN/CGSB-4.2 N° 12.2-95 « Méthodes pour épreuves textiles – Résistance à la déchirure – Méthode trapézoïdale ».

GEOSYNTHETIC RESEARCH INSTITUTE

- GRI GM14, Adopted March 27, 1998 "Selective Variable Intervals for taking Geomembrane Destructive Seam Samples using the Method of a Attributes.
- GRI 6M12, Mod. October 1993 "Asperity Measurement of Textured Geomembranes Using a Depth Gape.

ANNEXE 13 – Analyse économique du projet

Ville de Rimouski
Aménagement du lieu
d'enfouissement technique
de Rimouski

Estimation des coûts d'élimination

Juin 2002

1. 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 est réalisée dans le cadre de la présente analyse économique. Tous les coûts présentés sont en dollars 2002 et excluent les taxes.

1.1 COÛTS D'AMÉNAGEMENT DU LET

Les coûts d'aménagement du LET incluent les coûts pour l'acquisition des terrains et la construction des cellules d'enfouissement technique, du système de traitement du lixiviat, du recouvrement final et des diverses infrastructures auxiliaires requises pour son exploitation (chemins, station de pompage, garage, etc.). Ils ont été évalués sur une base budgétaire. Il est à noter que ces budgets demeurent préliminaires et qu'ils devront être revus lors de la conception détaillée du projet.

Les coûts des différentes composantes sont présentés au tableau 1. Les coûts ont été divisés en fonction des deux phases d'exploitation prévues pour le LET. Bien que tous les coûts soient présentés sous une forme forfaitaire, plusieurs ont été établis sur la base de prix unitaires récents obtenus dans le cadre de soumissions pour des travaux similaires.

Le premier article concerne l'aménagement spécifique du LET incluant les travaux d'excavation et de remblai, le terrassement, la mise en place du système d'imperméabilisation, la mise en place du système de collecte du lixiviat, le système de séparation des eaux pluviales, la station de pompage et la conduite de refoulement du lixiviat, etc.

Le second article englobe l'ensemble du système de traitement du lixiviat proprement dit (bassin d'accumulation, étangs aérés, lits filtrant) ainsi que les ouvrages qui y sont associés (postes de pompage, conduites, vannes, regards, etc.).

Au troisième article, on retrouve les infrastructures auxiliaires du LET incluant, entre autres, l'installation d'une balance et d'un bâtiment de service, le chemin d'accès et le chemin de service ainsi que les mesures de dissimulation requises. Il est entendu qu'en regard des infrastructures, les coûts varieront selon les besoins établis et le type d'infrastructure correspondant. Un budget relativement important de 325 000 \$ a été attribué pour les mesures de dissimulation pour limiter l'impact visuel du LET compte

tenu du faible couvert forestier dans le secteur. Ce budget sera utilisé pour la construction d'une digue de dissimulation et pour les divers travaux de reboisement prévus.

Le quatrième article couvre la fermeture du LET. Il comprend la mise en place progressive du recouvrement final imperméable et du système de captage et de traitement des biogaz. Pour le recouvrement final, des coûts différents ont été établis pour les talus périphériques et le toit du LET afin de tenir compte des différences de conception dans ces ouvrages. En effet, l'obligation d'utiliser une géomembrane texturée et d'implanter un réseau de drainage dans les talus périphériques pour en assurer la stabilité implique un coût d'aménagement unitaire supérieur à celui pour le toit. En ce qui concerne le captage et le traitement des biogaz, un prix forfaitaire est fourni pour la torchère, les collecteurs primaires et secondaires et les puits d'aspiration. Les coûts pour la mise en place du système de captage du biogaz pour l'actuel LES de Rimouski ont également été prévus (puits horizontaux et collecteurs).

Finalement, le dernier article englobe les équipements (puits d'observation) requis pour le programme de surveillance environnementale. Ces équipements ont été basés sur le programme de surveillance environnementale établi dans le cadre de la présente étude d'impact.

Le projet global implique ainsi un coût total d'environ 35,7 M\$ pour un coût unitaire de l'ordre de 14,65 \$ la tonne de matières résiduelles enfouie. Plusieurs de ces travaux seront effectués de façon progressive au cours de l'exploitation du LET de sorte que les investissements seront répartis dans le temps. De plus, les frais de financement n'ont pas été considérés.

Tableau 1 Coûts d'aménagement du LET de Rimouski

Description	Phase 1	Phase 2	Total
➤ Travaux d'aménagement du LET			
o Organisation de chantier	883 565 \$	476 925 \$	1 306 490 \$
o Déboisement, excavation, remblayage et terrassement	4 665 625 \$	3 294 385 \$	7 960 010 \$
o Système d'imperméabilisation	5 601 315 \$	3 358 745 \$	8 960 060 \$
o Système de collecte du lixiviat	736 570 \$	385 425 \$	1 121 995 \$
o Système de séparation des eaux pluviales	146 535 \$	42 935 \$	191 470 \$
o Station de pompage et conduite de refoulement	167 500 \$	122 500 \$	290 000 \$
➤ Traitement des eaux de lixiviation			
o Stations de pompage du traitement	100 000 \$		100 000 \$
o Bassin d'accumulation et étangs aérys complet	1 400 000 \$	250 000 \$	1 650 000 \$
o Lits filtrants sur tourbe	175 000 \$		175 000 \$
o Émissaire	85 000 \$		85 000 \$
o Instrumentation et contrôle	75 000 \$		75 000 \$
➤ Infrastructures auxiliaires			
o Chemin d'accès et de service	186 250 \$		186 250 \$
o Fossés de drainage et ponceaux	64 250 \$		60 000 \$
o Mesures de dissimulation	175 000 \$	150 000 \$	325 000 \$
o Bâtiment de service et balance	325 000 \$		325 000 \$
o Ligne électrique	67 500 \$		67 500 \$
➤ Recouvrement final et gestion des biogaz			
o Recouvrement final du toit	1 780 750 \$	831 550 \$	2 612 315 \$
o Recouvrement final des talus périphériques	829 770 \$	823 660 \$	1 653 430 \$
o Système de captage des biogaz du LET	418 875 \$	279 250 \$	698 125 \$
o Système de captage des biogaz du LES	434 375 \$		434 375 \$
o Soufflante, torchère et accessoires	200 000 \$		200 000 \$
➤ Surveillance environnementale			
o Puits d'observation de l'eau souterraine	20 000 \$		20 000 \$
o Puits d'observation du biogaz	15 000 \$		15 000 \$
Somme partielle	18 554 880 \$	10 015 390 \$	28 570 270 \$
Travaux imprévus (10%)	1 855 488 \$	1 001 539 \$	2 857 027 \$
Contingence (15%)	2 783 232 \$	1 502 309 \$	4 285 541 \$
Somme globale	23 193 602 \$	12 519 239 \$	35 712 840 \$
Tonnage	1 232 241 t	1 204 908 t	2 437 150 t
Coût unitaire à la tonne	18.82 \$/t	10.39 \$/t	14.65 \$/t

1.2 COÛTS D'OPÉRATION DU LET

Les coûts d'opération peuvent être séparés, pour les fins de la présente, en trois volets distincts, soit :

- les activités reliées à l'élimination des matières résiduelles;
- les activités connexes à l'élimination telle que la gestion;
- les activités découlant du confinement des matières résiduelles comme le traitement des eaux de lixiviation et des biogaz et le suivi environnemental.

Les coûts d'opération varient évidemment selon la quantité de matières résiduelles reçues, le mode d'opération, les débits de lixiviat et plusieurs autres facteurs qui peuvent varier dans le temps. Le présent exercice budgétaire est donc valable pour les hypothèses énumérées et il est sujet à révision en fonction de l'évolution des opérations dans le temps.

1.2.1 Opérations d'enfouissement

Les coûts d'opération englobent tous les coûts associés aux activités d'enfouissement incluant la main-d'œuvre, la machinerie et la fourniture en divers matériaux nécessaires aux opérations d'enfouissement (chemins temporaires pour l'accès aux CET) ou à l'entretien de l'aire d'élimination (recouvrement final).

Les coûts d'opération sont basés sur l'estimation de la main-d'œuvre et des heures de machinerie requises. Dans le cadre de cette étude, les besoins en main-d'œuvre, strictement pour l'opération de la machinerie, sont évalués à 2,5 hommes/an.

Les coûts pour la machinerie ont été estimés en fonction d'un tonnage annuel moyen de 42 650 t/an et de l'utilisation d'un compacteur de type Caterpillar 826 et d'un boteur de type Caterpillar D6. L'utilisation de machinerie complémentaire pour l'approvisionnement du front d'enfouissement en matériau de recouvrement journalier, la construction de chemins temporaires et l'entretien général de l'aire d'élimination a également été considéré. Selon la production des divers équipements, le coût annuel moyen pour la machinerie est évalué à environ 225 000 \$. Il est à noter que ces taux sont applicables pour une usure moyenne et ils comprennent l'achat de l'équipement, les réparations (temps et pièces), les lubrifiants, les filtres, le carburant et les pneus.

Finalement, compte tenu de la durée de vie importante du LET et de sa fermeture progressive, une allocation budgétaire doit être prévue pour la fourniture des divers matériaux nécessaires aux opérations d'enfouissement (chemins temporaire) et à l'entretien du recouvrement final au cours de la période d'exploitation du LET (ensemencement correctif), les tassements les plus importants se produisant habituellement dans les cinq à dix premières années suivants l'enfouissement des matières résiduelles. Un budget annuel de 12 500 \$ a été considéré.

À l'exception de l'achat de matériaux granulaires fabriqués (MG 116, MG 20), la présente estimation est basée principalement sur l'utilisation de matériaux granulaires récupéré sur le site. Aucune allocation n'est prévue pour l'achat de matériaux d'emprunt, tant pour le recouvrement journalier de déchets que pour le recouvrement final du LET.

Les coûts d'opération annuels sont résumés au tableau 2.

Tableau 2 Coûts annuels des opérations d'enfouissement	
Description	Coût annuel
➤ main-d'œuvre (2,5 personnes x 45 000,00 \$/an)	112 500 \$
➤ machinerie	225 000 \$
➤ matériaux divers	12 500 \$
Coût annuel moyen	350 000 \$

1.2.2 Gestion du site

Ce volet comprend les éléments qui ne sont pas directement reliés aux opérations d'enfouissement ou à la réalisation du programme de surveillance environnementale. L'estimation budgétaire des coûts de gestion du LET est détaillée au tableau 3.

1.2.3 Traitement du lixiviat

La production de lixiviat augmentera progressivement au cours de l'exploitation du LET tout en demeurant variable d'une année à l'autre, selon les proportions respectives des superficies ouvertes et fermées, les précipitations, etc. Pour les fins de la présente, ce sont les valeurs moyennes de la première phase d'exploitation qui sont retenues car il est difficile d'évaluer de façon précise les fluctuations dans le temps.

Description	Coût annuel
➤ Opération de la balance	
○ Opérateur (incluant les bénéfices marginaux);	27 000 \$
○ Frais d'opération du bâtiment de service (chauffage, fournitures de bureau, téléphone, électricité, etc.)	15 000 \$
○ Contrat d'entretien de la balance;	1 000 \$
○ Divers (entretien du bâtiment, etc.).	2 000 \$
Somme partielle	45 000 \$
➤ Entretien du site	
○ Nettoyage des lieux (4 h/sem. x 50 sem. x 12,50 \$/h)	2 500 \$
○ Déneigement des chemins	7 500 \$
○ Nivelage des chemins et réfection de fossés	3 500 \$
○ Tonte du gazon	1 500 \$
○ Divers.	5 000 \$
Somme partielle	20 000 \$
➤ Administration	
○ Global	25 000 \$
Somme partielle	25 000 \$
➤ Dépenses diverses	
○ Assurances générales	5 000 \$
○ Taxes diverses	5 000 \$
○ Honoraires professionnels divers	10 000 \$
Somme partielle	20 000 \$
Coût annuel moyen	110 000 \$

Dans le cas du LET de Rimouski, un système de traitement par étangs aérés incluant un traitement tertiaire a été retenu. Compte tenu de la faible efficacité du traitement biologique en eau, le lixiviat sera accumulé dans un bassin en hiver pour reporter son traitement lorsque les conditions seront plus favorables, c'est-à-dire à une température d'eau supérieure à 8°C. Le traitement sera ainsi réalisé sur une période d'environ 185 jours, soit du début mai à la fin octobre.

Un débit annuel de 19 165 m³/an a été considéré pour l'estimation des coûts de traitement. Cette valeur représente le débit annuel maximum de la première phase d'exploitation (certificat #1 ≈ 25 ans). Elle est jugée représentative du débit moyen annuel pour la durée de vie totale du LET.

Les éléments suivants ont été considérés pour l'estimation des coûts de traitement du lixiviat :

- La main-d'œuvre requise pour l'opération de la filière de traitement;
- Les coûts énergétiques pour les stations de pompage, l'aération des étangs et les divers équipements connexes;
- Les frais d'entretien et de renouvellement des équipements (conduites, regards, pompes, aérateurs, débitmètres, etc.);
- L'achat de produits chimiques divers incluant les bactéries d'ensemencement ;
- La disposition des boues.

Le tableau 4 illustre une estimation des coûts de traitement du lixiviat pour le LET de Rimouski.

Pour la main-d'œuvre, un budget total de 12 500 \$ a été alloué pour l'hivernation et la mise en service de la filière de traitement au printemps et pour le suivi de la filière de traitement par un technicien en assainissement durant la période d'opération. Ce budget prends en considération l'utilisation d'un technicien en assainissement de la Ville.

Les coûts en énergie ont été basés sur un coût unitaire de 0,07 \$/kW et sur la puissance et le temps d'opération des principaux équipements mécaniques (postes de pompages, aérateurs).

Le poste principal de refoulement du lixiviat SP-1 sera muni de deux pompes de 22 kW (30 HP) pour une puissance totale de refoulement de l'ordre de 45 kW (60 HP). Les pompes, d'une capacité individuelle de l'ordre de 20 L/s, fonctionneront en alternance pour un temps d'opération totale d'environ 275 heures par année au débit ultime de la phase #1. Pour le traitement du lixiviat, un poste de pompage SP-2 sera requis entre le bassin d'accumulation et les étangs aérés dans le but de régulariser le débit dirigé à la filière de traitement. Cette station sera muni de deux pompes de 2,6 kW (3,5 HP) d'une capacité respective d'environ 5 L/s fonctionnant en alternance. Le temps annuel d'opération des pompes sera de l'ordre 1325 heures au débit ultime de la phase #1. Finalement, une troisième station de pompage SP-3 sera installée à la sortie du traitement biologique afin d'alimenter les lits filtrants. Cette station sera munie de trois pompes d'une puissance respective de 1,1 kW (1,5 HP) et le temps d'opération annuel est estimé à environ 2250 heures.

Une puissance d'aération de 100 kW (135 HP) sera requise dans les étangs aérés pour accommoder la charge organique et azotée du lixiviat. Ainsi, entre 15 et 17 aérateurs d'une puissance respective de 7,5 kW (10 HP) ou 3,7 kW (5 HP) seront maintenus en opération dans les étangs aérés au cours de la période de traitement (185 d).

Au niveau de la filière de traitement, un budget annuel équivalent à 5% du coûts approximatif des équipements (regards, conduites, pompes, etc.) a été alloué pour le renouvellement et l'entretien des équipements. Les coûts d'imperméabilisation des étangs

Une allocation de 8500 \$ a été prévue pour l'achat de produits chimiques divers (acide phosphorique, bactéries, etc.) et de 2750\$ pour la disposition périodique des boues.

Tableau 4 Coûts annuels associés à la collecte et au traitement des eaux de lixiviation	
Description	Coût annuel
<p>➤ Main d'œuvre (mai-décembre) :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Mise en opération (mai) et hibernation (décembre) 5 000 \$ ○ Opération et suivi du traitement 7 500 \$ <p style="text-align: right;">Somme partielle 12 500 \$</p>	
<p>➤ Coûts énergétique en électricité :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Postes de pompage du lixiviat (SP-1, SP-2, SP-3) 850 \$ ○ Aération du lixiviat 40 500 \$ ○ Équipements divers 400 \$ <p style="text-align: right;">Somme partielle 41 750 \$</p>	
<p>➤ Renouvellement et entretien des équipements :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Postes de pompage du lixiviat (3) et accessoires 7 250 \$ ○ Conduites et étangs aérés 5 750 \$ ○ Aérateurs de surface et accessoires 18 500 \$ ○ Lits de tourbes 7 250 \$ ○ Équipements divers (vannes, instrumentation, etc.) 6 000 \$ <p style="text-align: right;">Somme partielle 43 750 \$</p>	
<p>➤ Autres coûts divers :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Allocation pour produits chimiques 8 500 \$ ○ Disposition des boues 2 750 \$ ○ Divers 2 250 \$ <p style="text-align: right;">Somme partielle 13 500 \$</p>	
Coût annuel moyen	112 500 \$

1.2.4 Gestion du biogaz

Les coûts d'opération et d'entretien du système de biogaz sont fonction de la conception finale du système. Le dimensionnement sera ajusté en fonction d'essais de pompage *in-situ* et il n'est pas possible de dimensionner, de façon détaillée, les composantes du système. De façon préliminaire, on prévoit deux soufflantes en parallèle d'une puissance totale de 15 kW (20 HP) et d'une capacité maximale de 1360 m³/h.

Les puits d'aspiration, le réseau de collecte, les soufflantes d'aspiration et la torchère d'incinération des biogaz nécessite un entretien périodique. Pour les soufflantes d'aspiration et la torchère, un budget équivalent à 5 % du coût initial d'acquisition a été réservé pour l'entretien et le remplacement de ces équipements. Pour le réseau de captage, le budget annuel moyen requis est estimé à environ 1,5 % du coût initial de construction compte tenu que la mise en place du réseau se fait de façon progressive au cours de l'exploitation du LET et que les travaux d'entretien diminuent avec le temps, le tassements des matières résiduelle devenant de moins en moins important.

Description	Coût annuel
➤ Main d'œuvre <ul style="list-style-type: none"> ○ Technicien spécialisé en biogaz 	9 500 \$
Somme partielle	9 500 \$
➤ Coût énergétique <ul style="list-style-type: none"> ○ Opération des soufflantes d'aspiration 	10 500 \$
Somme partielle	10 500 \$
➤ Coût d'entretien et de remplacement des équipements <ul style="list-style-type: none"> ○ Soufflantes d'aspiration et torchère ○ Réseau de collecte et puits d'aspiration 	8 750 \$
	15 750 \$
Somme partielle	24 500 \$
Coût annuel moyen	44 500 \$

1.2.5 Programme de suivi environnemental

Tel que décrit à la section précédente, le programme de surveillance environnemental associé uniquement au LET proposé englobe les quatre composantes suivantes :

- les eaux souterraines ;
- les eaux de lixiviation ;
- les eaux de surface ;
- les biogaz.

Les coûts annuels pour le programme de surveillance environnementale ont été établis sur la base des fréquences d'échantillonnage et des paramètres d'analyses prescrits par le projet de *Règlement sur l'élimination des matières résiduelles*. Pour la main-d'œuvre, il est estimé que l'équivalent de 15 jours ouvrable (120 h) par année est requis pour la planification et la réalisation des diverses campagnes d'échantillonnage. Pour le matériel d'échantillonnage, un budget de 1000 \$/an a été prévue pour l'achat ou l'entretien des

équipements requis (pompe d'échantillonnage, tubes et soupapes Watera, contenants, etc.).

De plus, une allocation de 2 500 \$/an a été réservée pour les analyses chimiques complémentaires qui pourraient s'avérer nécessaires dans le cas de problèmes de traitement du lixiviat ou de contamination des eaux souterraines et de surface.

Finalement, un montant de 750 \$/an a été prévue pour l'entretien et le remplacement des puits d'observation des eaux souterraines et des biogaz.

Description	Coût annuel
➤ Technicien environnement : 150 h/an x 25\$/h	3 750 \$
➤ Entretien et remplacement des puits de surveillance	750 \$
➤ Dépenses matériel d'échantillonnage	1 000 \$
➤ Analyses chimiques en laboratoire :	
○ Eaux de surface	2 500 \$
○ Eaux souterraines	6 500 \$
○ Eaux de lixiviation	3 750 \$
○ Biogaz (location analyseur de biogaz)	750 \$
○ Analyses complémentaires	2 500 \$
Coût annuel global	21 500 \$

1.2.6 Synthèse des coûts d'opération

Le tableau 7 présente une synthèse des coûts d'opération du LET ainsi que le coût unitaire à la tonne anticipé.

Description	Coût annuel
➤ Opérations d'enfouissement	350 000 \$
➤ Gestion du site	110 000 \$
➤ Protection de l'environnement :	
○ Traitement des eaux de lixiviation	112 500 \$
○ Traitement du biogaz	44 500 \$
○ Programme de surveillance environnementale	21 500 \$
Coût annuel global	638 500 \$
Tonnage annuel	42 650 t
Coût unitaire à la tonne	14,97 \$/t

1.3 COÛTS DE POST-FERMETURE

1.3.1 Généralités

Selon les nouvelles orientations du ministère de l'Environnement, tout propriétaire doit prévoir l'entretien général du LET et l'opération des systèmes de traitement du lixiviat et de biogaz sur une période post-fermeture minimale de trente (30) ans.

Cet entretien doit comprendre :

- L'entretien du chemin d'accès, des chemins de services et des fossés de drainage ;
- le maintien de l'intégrité du recouvrement final imperméable du LET, soit le comblement des trous, failles ou affaissement, les réparations au revêtement imperméable, l'entretien du couvert végétal, etc. ;
- le contrôle, l'entretien et le nettoyage du système de collecte et de traitement des eaux de lixiviation, du système de collecte des eaux de ruissellement, du système de collecte et d'incinération des biogaz ainsi que les puits d'observation des eaux souterraines;
- l'exécution des campagnes d'échantillonnage, d'analyses et de mesures se rapportant aux eaux de lixiviation, aux eaux souterraines, aux eaux de surface ainsi qu'aux biogaz.

De plus, avec l'application du projet de loi 101, le ministère de l'Environnement exige dorénavant la mise en place d'un fonds monétaire pour garantir le financement de l'entretien post-fermeture. La présente évaluation des coûts post-fermeture englobe les trois volets suivants :

- l'application des programmes de surveillance environnementale;
- l'entretien général du LET incluant le recouvrement final;
- l'opération des systèmes de traitement des eaux de lixiviation et du biogaz.

1.3.2 Programme de suivi environnemental

Pour les fins de la présente, les activités du programme de surveillance environnementale sont considérées, de façon sécuritaire, identiques à celles pour la période d'exploitation du LET. Les coûts annuels sont donc posés à 21 500 \$. Ce coût est jugé sécuritaire puisque l'analyse de certains paramètres pourra éventuellement être diminuée, voir

même abandonnée, dans le cadre du programme de surveillance environnementale post-fermeture lorsque l'historique de ce paramètre démontrera qu'il n'est pas problématique.

1.3.3 *Entretien du LET*

L'entretien du LET implique le maintien des chemins d'accès et de service et des fossés de drainage au cours de la période post-fermeture de façon à accéder aux divers équipements aménagés sur le site. Au niveau du recouvrement final, la réfection de tout affaissement afin d'éviter l'accumulation d'eau météorique à la surface du LET, l'entretien et la réparation du réseau de drainage des talus périphériques et le maintien de la couche végétale doivent être assurés. Les coûts anticipés pour ces activités sont évalués au tableau 8 suivant. De plus, une allocation annuelle de 5000 \$ a été prévue pour la gestion post-fermeture du LET.

Description	Coût annuel
➤ Entretien des chemins	7 500 \$
➤ Réfection du recouvrement final imperméable	12 500 \$
➤ Entretien du réseau de drainage des talus périphériques	7 500 \$
➤ Entretien des fossés de drainage	2 500 \$
➤ Gestion post-fermeture du LET	5 000 \$
➤ Divers	3 500 \$
Coût annuel global	38 500 \$

1.3.4 *Traitement du lixiviat*

Le débit de lixiviat sera beaucoup plus faible suite à la fermeture complète du LET et sa charge organique diminuera progressivement avec les années. Face à cette situation, il est jugé sécuritaire, pour la période post-fermeture, de prévoir un coût annuel de gestion des eaux de lixiviation de l'ordre de 75% de celui anticipé pour la période d'exploitation, soit environ 84 500 \$. Bien que la charge organique post-fermeture sera de l'ordre de 25% de celle dirigée au cours de l'exploitation, le coût annuel retenu tient compte que la matière organique qui compose le lixiviat sera de plus en plus réfractaire à la biodégradation, diminuant ainsi l'efficacité du traitement biologique.

1.3.5 Traitement du biogaz

La production de biogaz atteindra son maximum au cours des cinq premières années suivant la fermeture complète du LET pour s'atténuer progressivement par la suite sur une période pouvant atteindre 50 à 100 ans si le principe du « bioréacteur » n'est pas mis en place. Pour l'estimation des coûts post-fermeture, il est considéré que l'opération et l'entretien du système de collecte et d'incinération du biogaz devront être prolongés sur une période de 30 ans à un coût annuel identique à celui pour la période d'exploitation, soit de 44 500 \$/an.

1.3.6 Synthèse des coûts Post-fermeture

Le tableau 9 présente le sommaire des coûts post-fermeture auxquels une allocation équivalente à environ 5% a été attribuée à titre de contingence pour divers coûts complémentaires (assurances, permis, etc.). La contribution au fond a été calculée en considérant une période post-fermeture de 30 ans. La période d'accumulation du fond a été limitée à 25 ans, soit la durée maximale autorisée par les certificats d'autorisation du ministère.

Tableau 9 Synthèse des coûts post-fermeture	
Description	Coût annuel
➤ Programme de surveillance environnementale	21 500 \$
➤ Entretien du LET	38 500 \$
➤ Traitement du lixiviat	84 500 \$
➤ Traitement du biogaz	44 500 \$
➤ Contingence	9 500 \$
Coût annuel global	198 500 \$
Contribution annuelle requise au fond post-fermeture*	116 350 \$
Tonnage annuel	42 650 t
Contribution requise au fond de post-fermeture*	2,73 \$/t

* Basée sur un taux d'actualisation de 3%, un taux d'indexation de 2% et un rendement moyen annuel de 6%.

1.4 SYNTHÈSE DES COÛTS

Le tableau 10 présente un sommaire des coûts d'aménagement, d'opération et de post-fermeture de façon à établir le coût unitaire global à la tonne pour l'élimination des matières résiduelles au LET de Rimouski. Un coût unitaire de l'ordre de 32 \$/t est donc

anticipé pour le LET de Rimouski. 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 40 \$/t à 45 \$/t.

Description	Coût unitaire
➤ Coûts d'aménagement du LET	14,65 \$/t
➤ Coûts d'opération	14,97 \$/t
➤ Contribution au fond de post-fermeture	2,73 \$/t
Coût unitaire global à la tonne	32,35 \$/t

Ces coûts sont fournis à titre indicatif seulement et ils sont valables en fonction 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.

ANNEXE 14 – Analyse des impacts visuels

1.0 IDENTIFICATION ET ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET

1.1 Méthode d'évaluation des impacts

L'évaluation des impacts visuels du projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement sanitaire de Rimouski a été réalisée suivant une méthode largement inspirée de la méthode d'étude du paysage élaborée par Hydro-Québec. (1)

L'objectif de cette démarche analytique consiste à identifier et évaluer l'importance des impacts visuels susceptibles d'être générés par le présent projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement sanitaire dans le paysage.

L'évaluation tient compte des sources d'impacts visuels reliés aux étapes inhérentes à la durée de vie du projet, soit les travaux reliés à la préconstruction, à la construction, à la post-construction, de même qu'à l'exploitation du site et de son entretien.

Les impacts sont évalués sur la base des composantes du paysage pouvant être affectées par le projet, soit les unités de paysage en place : paysage forestier, paysage agricole, paysage urbain, paysage récréatif, paysage institutionnel et paysage commercial; ainsi que les différents observateurs du milieu, c'est-à-dire les résidents, les utilisateurs du milieu et les usagers des réseaux de transport environnants.

L'importance des impacts est déterminée par deux variables, soit la **résistance** des unités de paysage, de même que le **degré d'intégration** et de **perception** du projet, à l'échelle des champs visuels des observateurs potentiels. L'évaluation tient aussi compte de la durée des impacts ainsi que des effets potentiels des mesures d'atténuation.

1.1.1 Le degré de résistance

Le degré de résistance des unités de paysage est établi en fonction de deux critères distincts soit le **niveau d'impact appréhendé sur le paysage** et la **valeur accordée par le milieu**.

Six niveaux de résistance permettent de classer la sensibilité des unités de paysage soit : légale, très forte, forte, moyenne, faible et très faible (tableau 1.1).

Tableau 1.1 Grille d'évaluation du degré de résistance

IMPACT APPREHENDÉ			VALEUR ACCORDEE		
	LEGALE	FORTE	MOYENNE	FAIBLE	TRES FAIBLE
FORT	Contrainte	Résistance très forte	Résistance forte	Résistance moyenne	Résistance faible
MOYEN	Contrainte	Résistance forte	Résistance moyenne	Résistance faible	Résistance très faible
FAIBLE	Contrainte	Résistance moyenne	Résistance faible	Résistance très faible	Résistance très faible

(1) LE GROUPE VIAU INC. En collaboration avec le GROUPE CONSEIL ENTRACO INC.(1992). Méthode d'étude du paysage pour les projets de lignes et de postes de transport et de répartition. Pour le service Ressources et Aménagement du territoire, direction Recherche et Encadrements, Vice-présidence Environnement, Hydro-Québec, 325 pages.

L'évaluation de l'importance de l'impact tient aussi compte du degré d'intégration et de perception de l'équipement, à l'échelle du champ visuel des observateurs du milieu environnant.

A cet effet, l'ensemble des points d'observations offrant des vues sur le projet auront été définis à prime abord, incluant les champs visuels des résidants, des utilisateurs du milieu et celui des usagers des réseaux de transport.

1.1.2 Le degré d'intégration

Le degré d'intégration du projet dans le paysage est évalué en fonction des capacités d'absorption et d'insertion des unités de paysage environnantes.

Ainsi, plus le paysage possède un degré d'ouverture et d'accessibilité visuelle, moins il lui est possible de dissimuler le projet. De la même façon, plus les composantes du projet présentent un contraste fort de caractère et d'échelle par rapport au paysage, plus l'insertion du projet dans le paysage sera difficile.

1.1.3 Le degré de perception

Le degré de perception du projet permet d'établir la relation perceptuelle et visuelle entre l'observateur et le paysage par rapport au projet. Il est évalué en fonction de deux paramètres : l'exposition visuelle des observateurs (type de vues), leur sensibilité face au paysage observé (type d'observateurs) ainsi que l'étendue du projet (ponctuel, local et régional).

1.1.4 Détermination de l'importance de l'impact visuel

L'importance de l'impact visuel permet de porter un jugement global sur les impacts générés par le projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement sanitaire. Les impacts visuels sont évalués sur la combinaison de deux variables majeures, c'est-à-dire la résistance des unités de paysage, ainsi que les degrés d'intégration et de perception du projet, à l'échelle des champs visuels en présence.

La grille du tableau 1.2 permet de définir quatre niveaux d'impacts, soit majeure, moyen, mineur et nul.

Tableau 1.2 Grille de détermination de l'importance de l'impact visuel

A l'échelle de l'unité de paysage		A l'échelle du champ visuel	
RESISTANCE DES UNITES DE PAYSAGE	DEGRE DE PERTURBATION DU PAYSAGE (intégration du projet)	DEGRE DE PERCEPTION DU PROJET (étendue de l'impact)	IMPORTANCE DE L'IMPACT VISUEL
CONTRAINTE OU TRES FORTE	FORT	FORT MOYEN FAIBLE	MAJEURE
	MOYEN	FORT MOYEN FAIBLE	MAJEURE MOYENNE MOYENNE
	FAIBLE	FORT MOYEN FAIBLE	MOYENNE MINEURE MINEURE
FORTE	FORT	FORT MOYEN FAIBLE	MAJEURE MAJEURE MOYENNE
	MOYEN	FORT MOYEN FAIBLE	MAJEURE MOYENNE MOYENNE
	FAIBLE	FORT MOYEN FAIBLE	MOYENNE MINEURE MINEURE
MOYENNE	FORT	FORT MOYEN FAIBLE	MAJEURE MOYENNE MOYENNE
	MOYEN	FORT MOYEN FAIBLE	MOYENNE MOYENNE MINEURE
	FAIBLE	FORT MOYEN FAIBLE	MINEURE
FAIBLE	FORT	FORT MOYEN FAIBLE	MOYENNE MINEURE MINEURE
	MOYEN FAIBLE	FORT MOYEN FAIBLE	MINEURE
TRES FAIBLE	FORT	FORT MOYEN FAIBLE	MINEURE
	MOYEN FAIBLE	FORT MOYEN FAIBLE	MINEURE A NULLE

1.1.5 La durée de l'impact

La durée de l'impact visuel réfère à la période pendant laquelle l'impact sera ressenti. La durée des impacts est classée selon trois niveaux :

- courte durée : effets ressentis pendant la période de construction et durant les cinq premières années suivant la fin des travaux
- moyenne durée effets ressentis sur une période variant entre deux et vingt-cinq ans suivant la fin des travaux
- longue durée : effets ressentis de façon permanente sur toute la durée de vie du projet

1.1.6 Mesures d'atténuation et impacts résiduels

Les mesures d'atténuation correspondent aux moyens spécifiques pouvant être appliqués pour réduire ou atténuer les impacts visuels du projet, de façon à permettre une meilleure intégration du lieu d'enfouissement sanitaire dans le paysage.

Les impacts visuels résiduels correspondent, quant à eux, aux impacts qui devraient persister malgré l'application des mesures d'atténuation.

2.0 Identification et évaluation des impacts

Dans la présente section, tous les impacts susceptibles d'être associés au projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement sanitaire de Rimouski, sont identifiés et évalués en fonction des composantes du paysage et des champs visuels affectés.

Le tableau 2.1 permet de résumer l'ensemble des résultats de cette évaluation.

2.1 Impacts visuels sur le paysage

a) Modification du champ visuel des résidants et des usagers de la route du Bel-Air (P1)

L'impact visuel le plus important généré par le projet, se situe au niveau de la modification de la vue panoramique vers le fleuve offerte à partir des résidences localisées sur la route du Bel-Air en surplomb du lieu d'enfouissement sanitaire. Le projet d'agrandissement vers l'ouest se retrouve directement dans le champ visuel des résidants. De la même façon, les usagers qui descendent la route du Bel-Air en direction du fleuve, auront une vue directe sur le projet d'agrandissement, favorisée par la présence des terres agricoles en avant-plan.

Cependant, la mesure d'atténuation M1 devrait permettre d'atténuer l'impact visuel négatif en majeure partie, de sorte que l'impact résiduel sera considéré faible. En effet, l'érection d'un talus autour du lieu d'enfouissement sanitaire et la création d'un écran végétal sur les côtés sud et ouest permettront de diminuer la perception du site. Par contre, la hauteur à maturité de la végétation sur le talus ne devra pas excéder vingt mètres de façon à ne pas obstruer la vue panoramique.

Cet écran végétal devra être conçu de façon à lui donner un aspect naturel qui lui permettra de s'intégrer davantage avec le paysage vallonné des terres agricoles et du couvert forestier environnant. A ces fins, les végétaux ne devront pas être plantés de façon trop rectiligne afin de ne pas percevoir davantage la forme rigide des contours du lieu d'enfouissement sanitaire.

Une plantation étagée avec divers types de végétaux permettra de créer l'écran nécessaire pour dissimuler l'ensemble du talus selon des résultats à court, moyen et long terme. Pour atteindre ces objectifs, il est suggéré d'implanter un massif d'arbustes feuillus d'une hauteur maximale de cinq mètres sur le haut et le bas du talus. Le milieu du talus devra être reboisé avec des arbres feuillus et conifères d'une hauteur maximale de 20 mètres.

Afin d'intégrer davantage les plantations avec le paysage, le choix des espèces végétales devra être effectué en fonction des groupements forestiers existants à proximité de la rivière Rimouski ou sur les lots boisés entourant les terres agricoles, à l'exemple des peupleraies avec résineux (sapin ou épinette blanche) et des érablières rouges (se référer à la carte écoforestière).

b) Modification du champ visuel des résidants et usagers du chemin de Lausanne et de la sortie de l'autoroute Jean-Lesage (P2)

Le deuxième impact majeur généré par le projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement sanitaire, affecte les résidants situés à l'extrémité est du chemin de Lausanne et les usagers, ainsi que ceux provenant de l'autoroute Jean-Lesage qui aboutissent à l'entrée du site. L'envergure du lieu d'enfouissement sanitaire et l'agrandissement projeté à proximité de ces intersections, favoriseront une plus grande visibilité que la situation existante.

La mesure d'atténuation M2 prévoit un écran végétal de chaque côté de l'entrée du chemin Victor-Gauvin menant au lieu d'enfouissement sanitaire, qui permettront d'atténuer en totalité l'impact visuel. Cependant, l'écran végétal devra être constitué d'un massif d'arbustes feuillus d'une hauteur minimale de trois mètres et d'arbres conifères d'une hauteur minimale de cinq mètres sans talus.

Le choix des végétaux devra aussi être apparenté au milieu forestier environnant et ils devront être plantés de façon à avoir un aspect naturel qui s'intégrera davantage dans le paysage.

c) Atteinte à l'intégrité du paysage naturel de la rivière Rimouski et des lieux à vocation récréative possédant une valeur symbolique (P3, P4 et P5)

La seule présence du lieu d'enfouissement sanitaire de Rimouski constitue un impact d'importance moyenne pour les lieux situés à proximité dont la vocation principale s'appuie sur l'observation et l'interprétation des composantes du paysage.

La rivière Rimouski demeure un site naturel très valorisé et possédant une vocation récréative, qui est directement affecté par la présence du lieu d'enfouissement sanitaire. L'impact se situe au niveau de la présence côte à côte de sites ayant des vocations opposées.

A cet effet, la mesure d'atténuation M3 précise de préserver, densifier et élargir la végétation en place visible à l'est du lieu d'enfouissement sanitaire existant, et plus particulièrement la végétation entourant les affluents situés en bordure de l'autoroute Jean-Lesage.

Le terrain de golf et le cimetière situés au nord de l'autoroute Jean-Lesage, subissent aussi un impact d'importance moyenne en lien avec leurs vocations opposées à celle du projet. La préservation de la colline boisée à l'extrémité sud du terrain de golf permettra d'atténuer l'impact visuel qui sera engendré par l'agrandissement du lieu d'enfouissement sanitaire (M4).

d) Modification du caractère particulier du paysage agricole (P6)

La perte d'une partie du paysage agricole constitue un impact mineur généré par le projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement sanitaire. En effet, le relief vallonné et les composantes particulières du paysage agricole entremêlés dans un paysage forestier, permettront d'intégrer le projet sans impact majeur.

La mesure d'atténuation suivante optimisera l'insertion du lieu d'enfouissement sanitaire dans le paysage (M5).

Le projet devra être conçu de manière à tirer parti de la topographie existante du paysage agricole et forestier afin que les contours du lieu d'enfouissement sanitaire deviennent moins rigides et moins visibles dans le paysage agricole. La modulation du talus entourant le site en lien avec le relief vallonné existant, la création de légères modulations à l'intérieur du site et l'implantation d'une végétation herbacée (type graminée) sur l'ensemble du site, sont tous des moyens favorisant l'insertion du projet dans le paysage agricole et forestier.

e) Modification du champ visuel des usagers de la zone commerciale et des usagers accédant à l'autoroute Jean-Lesage (P7)

Le dernier impact négatif a trait à la modification d'une partie du champ visuel des usagers de la zone commerciale et des usagers entrant sur l'autoroute Jean-Lesage. La préservation et la densification des écrans végétaux naturels et anthropiques situés le long du chemin Victor-Gauvin et au centre de l'intersection de l'entrée de l'autoroute, suffiront à atténuer entièrement l'impact visuel engendré par le projet.

Les plantations effectués devront aussi posséder un caractère naturel par leur disposition et leur choix d'essences(M6).

En résumé, l'emplacement actuel du lieu d'enfouissement sanitaire de Rimouski dans un relief vallonné à caractère agricole et forestier, au centre de lieux favorisant l'observation du paysage et les activités récréatives, lui assurent une grande visibilité qui ne pourra être diminuée qu'avec un ensemble de mesures d'atténuations visant à donner un aspect naturel à l'ensemble du projet.

Les différentes mesures d'intégration élaborées ci-dessus devraient permettre d'atteindre cet objectif et atténuer en grande partie, voire complètement éliminer l'ensemble des impacts visuels négatifs engendrés par le projet d'agrandissement.

RESULTATS DE L'ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET

TABLEAU X : DEGRE D'IMPACT APPREHENDEDU DU PROJET SUR LE PAYSAGE

UNITE DE PAYSAGE	CAPACITE D'ABSORPTION	CAPACITE D'INSERTION	IMPACT APPREHENDEDU
Paysage forestier (PF)	forte	moyenne	moyen
Paysage agricole (PA)	forte	forte	faible
Paysage urbain (PU1)	faible	faible	fort
Paysage urbain (PU2)	faible	faible	fort
Paysage Institutionnel (PI)	faible	faible	fort
Paysage récréatif (PR1)	faible	faible	fort
Paysage récréatif (PR2)	moyenne	moyenne	moyen
Paysage commercial (PC)	moyenne	moyenne	moyen

Fort : Paysage fortement modifié par le projet

Moyen : Paysage altéré sans mettre en cause sa préservation et son caractère général

Faible : Paysage peu modifié par le projet

TABLEAU X : VALEUR ACCORDEE AU PAYSAGE

UNITE DE PAYSAGE	QUALITE INTRINSEQUE	INTERET D'APRES LA VOCATION DU MILIEU	VALEUR ACCORDEE AU PAYSAGE
Paysage forestier (PF)	moyenne	moyen	moyenne
Paysage agricole (PA)	moyenne	moyen	moyenne
Paysage urbain (PU1)	grande	grand	forte
Paysage urbain (PU2)	moyenne	grand	moyenne
Paysage institutionnel (PI)	grande	grand	forte
Paysage récréatif (PR1)	légale	légal	légale
Paysage récréatif (PR2)	grande	grand	forte
Paysage commercial (PC)	faible	faible	très faible

Légale : composante du paysage protégée ou en voie de l'être par loi ou règlement qui interdit le projet

Forte : grande qualité intrinsèque (reconnue pour son unicité, son unité et son intégrité) qui privilégie l'observation et la préservation du paysage

Moyenne : qualité intrinsèque et intérêt moyen pour le paysage

Faible : qualité intrinsèque et intérêt faible pour le paysage

Très faible : qualité intrinsèque et intérêt très faible pour le paysage

TABLEAU X : DEGRE DE RESISTANCE DES UNITES DE PAYSAGE

UNITE DE PAYSAGE	IMPACT APPREHENDED	VALEUR ACCORDEE AU PAYSAGE	RESISTANCE
Paysage forestier (PF)	moyen	moyenne	moyenne
Paysage agricole (PA)	faible	moyenne	faible
Paysage urbain (PU1)	fort	forte	très forte
Paysage urbain (PU2)	fort	moyenne	forte
Paysage institutionnel (PI)	fort	forte	très forte
Paysage récréatif (PR1)	fort	légale	contrainte
Paysage récréatif (PR2)	moyen	forte	forte
Paysage commercial (PC)	moyen	très faible	très faible

Contrainte : Une unité de paysage représente une contrainte à l'implantation du projet lorsqu'elle correspond à un lieu protégé en vertu d'une loi ou d'un règlement

Très forte : Une résistance très forte caractérise les unités de paysage qui ne peuvent être modifiées qu'en cas d'extrême nécessité. Elles offrent d'abord une faible capacité d'absorption et une faible capacité d'insertion. De plus, ces unités de paysage sont caractérisées par la présence d'éléments particuliers du paysage, valorisées pour des questions d'ordre visuel ou symbolique, tels que des points de repères, des lieux d'intérêt visuel, des lieux d'observation stratégiques ou des indicateurs culturels reconnus. Elles sont également reconnues pour leur unité, leur unicité ou leur intégrité. Ces espaces se prêtent également à la pratique d'activités ou possèdent des vocations qui favorisent l'appréciation des paysages (zone urbaine, villégiature, site de camping, site archéologique, patrimonial, culturel, etc).

Forte : La résistance forte est associée aux unités de paysage que l'on doit éviter, dans la mesure du possible, en raison de l'importance que leur confère leur valeur intrinsèque. Ces unités correspondent :

- aux unités de paysage qui sont l'objet d'un impact appréhendé fort et qui sont moyennement valorisées, parce que tout en ne présentant pas actuellement d'éléments particuliers du paysage, ni d'usages, ni d'observateurs pouvant démontrer une certaine appréciation des paysages, elles se caractérisent par le fort potentiel d'utilisation et d'appréciation du milieu;

- aux lieux qui sont l'objet d'une forte valorisation par le milieu, tout en risquant de subir un impact appréhendé moyen.

Moyenne : Le degré de résistance moyenne regroupe les unités de paysage qui peuvent, grâce à la mise en application de mesures d'intégration spécifiques, être retenues pour l'implantation du projet. Les incidences prévisibles sur le paysage y sont

moins importantes ou sont susceptibles d'être réduites adéquatement par des mesures d'atténuation. Ces unités correspondent :

-aux lieux qui sont l'objet d'un impact appréhendé faible mais dont la valeur est fortement reconnue;

-aux lieux qui sont l'objet d'un impact appréhendé moyen et qui possèdent un degré de valorisation moyen;

-aux lieux qui sont l'objet d'une faible valorisation et d'un impact appréhendé fort.

Faible :

Le degré de résistance faible est associé aux unités de paysage qui peuvent, grâce à la mise en application de mesures d'atténuation spécifiques, être retenues pour l'implantation du projet. Bien que ces unités de paysage possèdent une faible ou une forte capacité d'intégration, elles sont généralement l'objet d'une valorisation relativement mineure (moyenne, faible ou très faible) par le milieu.

Très faible :

Le degré de résistance très faible est associé aux unités de paysage qui peuvent, sans aucune restriction, être retenues pour l'implantation du projet. Ces unités de paysage possèdent une capacité d'intégration forte ou moyenne et sont faiblement ou très faiblement valorisées.

TABLEAU X : DEGRE D'INTEGRATION DU PROJET

UNITE DE PAYSAGE	DEGRE D'ABSORPTION	DEGRE D'INSERTION	DEGRE DE PERTURBATION
Paysage forestier (PF)	Fort	Faible	Moyen
Paysage agricole (PA)	Fort	Fort	Faible
Paysage urbain (PU1)	Faible	Faible	Fort
Paysage urbain (PU2)	Faible	Faible	Fort
Paysage institutionnel (PI)	Fort	Faible	Moyen
Paysage récréatif (PR1)	Fort	Faible	Moyen
Paysage récréatif (PR2)	Fort	Faible	Moyen
Paysage commercial (PC)	Fort	Fort	Faible

Fort : La perturbation du paysage est forte (degré d'intégration faible), lorsque la présence du projet met fortement en cause le paysage en présence

Moyenne : La perturbation du paysage est moyenne (degré d'intégration moyen), lorsque la présence du projet réduit ou altère quelque peu le paysage en présence

Faible : La perturbation du paysage est faible (degré d'intégration fort), lorsque la présence du projet n'apporte pas de modification perceptible du paysage

TABEAU X : DEGRE DE PERCEPTION DU PROJET

UNITE DE PAYSAGE	DEGRE D'EXPOSITION	SENSIBILITE OBSERVATEURS	RAYONNEMENT DU PROJET	DEGRE DE PERCEPTION
Paysage forestier (PF)	Faible	Faible	Faible	Faible
Paysage agricole (PA)	Fort	Moyenne	Faible	Moyen
Paysage urbain (PU1)	Fort	Forte	Faible	Moyen
Paysage urbain (PU2)	Moyen	Forte	Faible	Moyen
Paysage institutionnel (PI)	Moyen	Moyenne	Moyen	Moyen
Paysage récréatif (PR1)	Faible	Moyenne	Fort	Moyen
Paysage récréatif (PR2)	Faible	Moyenne	Moyen	Moyen
Paysage commercial (PC)	Moyen	Moyenne	Moyen	Moyen

TABLEAU X : RESULTATS DE L'IMPORTANCE DE L'IMPACT VISUEL

UNITE DE PAYSAGE	RESISTANCE	DEGRE DE PERTURBATION	DEGRE DE PERCEPTION	IMPACT VISUEL
Paysage forestier (PF)	Moyenne	Moyen	Faible	Mineur
Paysage agricole (PA)	Faible	Faible	Moyen	Mineur
Paysage urbain (PU1)	Très forte	Fort	Moyen	Majeur
Paysage urbain (PU2)	Forte	Fort	Moyen	Majeur
Paysage Institutionnel (PI)	Très forte	Moyen	Moyen	Moyen
Paysage récréatif (PR1)	Contrainte	Moyen	Moyen	Moyen
Paysage récréatif (PR2)	Forte	Moyen	Moyen	Moyen
Paysage commercial (PC)	Très faible	Moyen	Moyen	Mineure à nulle

Majeur : Modification profonde du paysage en présence, paysage doté de manière générale, d'une résistance très forte ou contraignante et où le degré de perturbation et de perception du projet est importante;

Moyen : Modification partielle du paysage en présence, paysage doté d'un degré de résistance fort mais où le degré de perturbation prévu est fort, moyen ou faible;

Mineur : Modification mineure du paysage en présence, généralement caractérisé par une faible résistance et par un degré de perturbation et de perception généralement variable; l'importance de l'impact sera également mineure lorsque la source est localisée dans une unité de paysage de forte ou très forte résistance et où le degré de perturbation et de perception est généralement faible;

Mineure à Nulle Modification négligeable du paysage, paysage doté d'une très faible résistance et où le degré de perturbation et de perception est faible.

Tableau Répercussions sur le paysage- Projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement sanitaire de Rimouski

Source d'impacts/ Activités du projet	Numéro et localisation	Élément touché	Description de l'impact	Résistance de l'unité de paysage	Degré de perturbation du paysage	Degré de perception du projet	Nature, importance et durée	Mesure particulière	Impact résiduel
Présence du LES	P1	Paysage urbain (PU1)	Modification du champ visuel des résidents et des usagers de la route du Bel-Air	Très forte	Fort	Moyen	Négative Majeur Courte durée	M1-Prévoir un écran végétal sur les talus entourant le LES, constitué d'arbustes feuillus (hauteur maximale de 5 mètres) sur le haut et le bas du talus, et d'arbres feuillus et conifères au centre du talus d'une hauteur maximale de 20 mètres, de façon à ne pas obstruer la vue panoramique vers le fleuve. Donner un aspect plus naturel à l'écran végétal de façon à ne pas renforcer la perception de la structure rigide du LES en ne plantant pas les végétaux de manière trop rectiligne et en choisissant des essences représentatives du milieu environnant.	Faible
	P2	Paysage urbain (PU2)	Modification du champ visuel des résidents et usagers du chemin de Lausanne et de la sortie de l'autoroute Jean- Lesage	Forte	Fort	Moyen	Négative Majeur Courte durée	M2-Prévoir un écran végétal de chaque côté de l'entrée du chemin Victor-Gauvin sur les abords de la route du Bel-Air, constitué d'arbustes feuillus (hauteur minimale de 3 mètres) et d'arbres conifères (hauteur minimale de 5 mètres) sans talus. Donner un aspect naturel à l'écran végétal en ne plantant pas les végétaux de manière trop rectiligne et en choisissant des essences représentatives du milieu environnant.	Nul
	P3	Paysage récréatif (PR1)	Atteinte à l'intégrité du paysage naturel de la rivière Rimouski et d'un lieu à vocation récréative et possédant une valeur symbolique (parc)	Contrainte	Moyen	Moyen	Négative Moyen Permanent	M3-Préserver, densifier et élargir la végétation en place sur les abords de la rivière Rimouski et autour des affluents situés en bordure de l'autoroute Jean- Lesage.	Moyen
	P4	Paysage Récréatif (PR2)	Atteinte à l'intégrité d'un lieu à vocation récréative(golf)	Forte	Moyen	Moyen	Négative Moyen Permanent	M4-Préserver la colline boisée à l'extrémité sud du terrain de golf	Faible
	P5	Paysage Institutionnel (PI)	Atteinte à l'intégrité d'un lieu à vocation symbolique (cimetière)	Très forte	Moyen	Moyen	Négative Moyen Permanent	Aucune mesure particulière	Moyen
	P6	Paysage Forestier (PF)	Modification du caractère particulier du paysage agricole	Faible	Faible	Moyen	Négatif Mineur Permanent	M5-Tirer avantage de la topographie existante du paysage agricole afin de donner un aspect moins rigide à la structure du LES et moins perceptible en modulant les pentes du talus en lien avec le relief vallonné, en créant des légères modulations à l'intérieur du LES et en implantant une végétation de type graminée(compatible avec les cultures environnantes) sur l'ensemble du site.	Négligeable
	P7	Paysage Commercial (PC)	Modification du champ visuel des usagers de la zone commerciale et des usagersaccédant à l'autoroute Jean-Lesage	Très faible	Moyen	Moyen	Négatif Mineure à nulle Courte durée	M6-Préserver et densifier les écrans végétaux naturels et anthropiques situés le long du chemin Victor- Gauvin et au centre de l'intersection marquant l'entrée de l'autoroute. Donner un caractère naturel aux plantations par une disposition moins rectiligne et un choix d'essences représentatives du milieu environnement	Nul