

ANNEXE 2

DEVIS TYPE D'ASSURANCE QUALITÉ

TABLE DES MATIÈRES

	PAGE
1 GÉNÉRALITÉS.....	1
1.1 DÉFINITIONS.....	1
1.1.1 Assurance qualité (QA) et contrôle de la qualité (QC).....	1
1.1.2 Matériaux d'imperméabilisation.....	1
1.1.3 Objectif de l'assurance qualité et du contrôle de la qualité.....	1
1.1.4 Références.....	2
1.2 INTERVENANTS.....	2
1.2.1 Maître d'œuvre.....	2
1.2.2 L'Entrepreneur.....	2
1.2.3 Manufacturier.....	2
1.2.4 Installateur.....	3
1.2.5 Transporteur.....	3
1.2.6 Consultant en sols.....	3
1.2.7 Laboratoire d'assurance qualité.....	3
1.2.8 Le Maître de l'ouvrage.....	3
1.2.9 Le consultant en assurance qualité.....	3
1.3 VISITE ET RÉUNION.....	4
1.3.1 Réunion de pré-construction.....	4
1.3.2 Réunion de démarrage.....	5
1.3.3 Réunion hebdomadaire.....	6
1.3.4 Visite de la manufacture.....	6
2 CERTIFICATION ET EXPÉDITION DES GÉOMEMBRANES.....	6
2.1 CERTIFICATION.....	6
2.1.1 Matériel de base.....	6
2.1.2 Certificat en usine.....	7
2.1.3 Fabrication.....	9
2.1.4 Rouleaux.....	9
2.2 LIVRAISON.....	10
2.2.1 Livraison et manipulation.....	10
2.2.2 Entreposage.....	10
2.3 CERTIFICATION.....	10
2.3.1 Géomembranes.....	11
2.3.2 Géotextile.....	12
2.3.3 Géofilet.....	12
2.3.4 Géocomposite bentonitique.....	13
3 INSTALLATION DES GÉOMEMBRANES.....	14
3.1 ANCRAGE.....	14
3.2 PRÉPARATION DE LA SURFACE.....	14

TABLE DES MATIÈRES

3.2.1	Identification des panneaux	15
3.2.2	Installation des panneaux	15
3.3	SOUDURE	17
3.3.1	Plan de soudure	17
3.3.2	Produits et équipements de soudure	18
3.3.3	Préparation pour soudure	19
3.3.4	Conditions météorologiques.....	20
3.4	PROCÉDURE GÉNÉRALE	20
4	CONTRÔLE DE LA QUALITÉ LORS DE LA CONSTRUCTION.....	21
4.1	ÉQUIPEMENT DE CONTRÔLE SUR LE SITE	21
4.1.1	Tensiomètre de terrain	21
4.1.2	Boîte à vacuum	21
4.1.3	Équipement de contrôle par pression d'air.....	21
4.2	TEST NON DESTRUCTIF	22
4.2.1	Joint d'essais.....	22
4.2.2	Test par vacuum	23
4.2.3	Test par pression d'air.....	24
4.3	TEST DESTRUCTIF	25
4.3.1	Généralités.....	25
4.3.2	Localisation et fréquence	25
4.3.3	Procédure d'échantillonnage.....	26
4.3.4	Dimension de l'échantillon	26
4.3.5	Test en laboratoire	26
4.3.6	Procédure lors d'échec des tests destructifs.....	27
4.4	DÉFAUTS ET RÉPARATIONS.....	28
4.4.1	Identification	28
4.4.2	Évaluation	28
4.4.3	Réparation.....	28
4.4.4	Vérification des réparations.....	29
4.5	GÉOTEXTILES ET GÉOFILETS	29
4.5.1	Installation	29
4.5.2	Réparations.....	30
4.6	GÉOCOMPOSITE BENTONITIQUE.....	31
4.6.1	Installation	31
4.6.2	Chevauchement.....	31
4.6.3	Jonction.....	31
4.6.4	Réparations.....	31
4.7	RECOUVREMENT.....	31
4.7.1	Généralités.....	31
4.7.2	Inspection.....	32
5	ACCEPTATION DU SYSTÈME D'IMPERMÉABILISATION	32

1 GÉNÉRALITÉS

1.1 DÉFINITIONS

1.1.1 Assurance qualité (QA) et contrôle de la qualité (QC)

1.1.1.1 Assurance qualité

L'ensemble des actions et moyens pris pour assurer la conformité des méthodes de construction et des matériaux.

1.1.1.2 Contrôle de la qualité

L'ensemble des actions et moyens pris pour mesurer et régulariser les caractéristiques d'un item ou d'un service de manière à ce qu'il rencontre les exigences des contrats.

1.1.2 Matériaux d'imperméabilisation

Les matériaux constituant un système d'imperméabilisation peuvent être des géomembranes, des géotextiles et des géofilets à base de polymère ou toute autre composante synthétique inclus dans le système d'imperméabilisation.

Pour les besoins de ce document, le terme géomembrane sera appliqué comme étant la barrière flexible imperméable. Plus spécifiquement, le terme « géomembrane » fait référence à des membranes de polyéthylène fabriquées à partir de résine ayant une densité supérieure ou égale à 0,934 ce qui inclut les polymères connus sous le nom de polymère haute densité (PEHD).

Le programme d'assurance qualité d'un système imperméabilisant s'applique à toutes les étapes allant de la fabrication jusqu'à l'installation du système.

1.1.3 Objectif de l'assurance qualité et du contrôle de la qualité

Les objectifs de ce manuel incluent l'assurance qualité applicable à la confection, l'expédition, la manipulation et l'installation de tous les géosynthétiques.

Plus particulièrement, un programme d'assurance qualité rigoureux et à temps plein sur l'installation des géomembranes et l'installation des autres géosynthétiques est essentielle.

Ce manuel ne s'applique pas à l'assurance qualité des sols sauf que ceux-ci sont en interaction et peuvent avoir une influence sur les géomembranes.

1.1.4 Références

Ce manuel inclut des références à la norme ASTM ainsi qu'à la norme EPA/530/S.W.-91/U51 intitulé : Inspection technique for the fabrication of géomembranes Field Seams et la norme EPA/530-SW-86-031 : Construction quality assurance for Hazardous Waste Landfill Disposal facilities.

1.2 INTERVENANTS

La construction d'un système d'imperméabilisation requiert la participation de plusieurs intervenants :

1.2.1 Maître d'œuvre

Le Maître d'œuvre est l'intervenant responsable du design, des dessins, des plans et devis pour le système d'imperméabilisation.

1.2.2 L'Entrepreneur

L'Entrepreneur 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.

1.2.3 Manufacturier

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

1.2.4 Installateur

L'installateur est l'intervenant responsable au chantier, de la manipulation, 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.

1.2.5 Transporteur

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

1.2.6 Consultant en sols

Le consultant en sol 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 ou activité 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.

1.2.7 Laboratoire d'assurance qualité

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

1.2.8 Le Maître de l'ouvrage

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

1.2.9 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

Après la confection des plans et devis, une réunion de pré-construction doit être tenue. Devront être présents à cette réunion, les intervenants suivants, l'installateur, le Maître d'œuvre, le consultant en sol et le gérant de projet.

Le but de cette réunion est de planifier les différentes étapes, anticiper les problèmes que peuvent entraîner des difficultés lors de la construction ou des délais dans l'échéancier et permet 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 d'assurance qualité 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 communications;
- g. préparer une cédule des opérations.

Une personne présente sera désignée pour prendre les minutes et fournir un procès-verbal de la réunion et le distribuer à toutes les personnes présentes. Dans certains cas, la réunion de pré-construction et la réunion de démarrage pouvant être combinée en une seule.

1.3.2 Réunion de démarrage

La réunion de démarrage doit être tenue au chantier. Les intervenants suivants devront être présents: l'installateur, l'Entrepreneur en excavation, le Maître d'œuvre, le consultant en sol et le gérant de projet.

Les points suivants devront être 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. déterminer qui sera autorisé à écrire sur la géomembrane et de quelle couleur;
- e. établir les procédures d'échantillonnage et d'expédition des échantillons de géomembranes;
- f. réviser la cédule des opérations;
- g. effectuer une visite du chantier pour établir la disposition des différents éléments;
- h. réviser le plan de déploiement des géomembranes et établir la numérotation des panneaux;
- i. réviser les procédures d'essai des machines à souder;
- j. réviser les procédures de réparations.

Une personne présente sera désignée pour prendre les minutes et fournir un procès-verbal de la réunion et le distribuer aux personnes présentes. Dans certain cas, la réunion de pré-construction et la réunion de démarrage pourront être combinées en une seule.

1.3.3 Réunion hebdomadaire

Une réunion hebdomadaire devra être tenue avec la présence du Maître d'œuvre, du gérant de projet, de l'installateur, de l'Entrepreneur en excavation et tous les autres intervenants concernés.

1.3.4 Visite de la manufacture

Une visite de la manufacture de géomembrane peut être exigée par le Maître de l'ouvrage ou un de ses représentants.

2 CERTIFICATION ET EXPÉDITION DES GÉOMEMBRANES

2.1 CERTIFICATION

2.1.1 Matériel de base

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 recyclé et rencontrant les exigences suivantes:

- Densité (ASTM D1505);
- Melt index (ASTM D1238, condition 190/2.16).

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

Avant le début des travaux, le fabricant devra fournir au gérant de projet les informations suivantes:

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

2.1.2 Certificat en usine

Le manufacturier devra fournir au consultant en assurance qualité, avant l'expédition, les certificats de conformité des rouleaux.

2.1.2.1 Géomembranes

Par rouleau:

1. L'épaisseur;
2. la densité;
3. tension à la limite élastique;
4. tension à la rupture;
5. élongation à la limite élastique;
6. élongation à la rupture;
7. teneur en noir de carbone;
8. dispersion du noir de carbone.

Par «batch» de résine:

1. Résistance à la fissuration sans contrainte;
2. oxydative induction time;
3. oven aging;
4. résistance au UV.

Type 1:

1. L'épaisseur;
2. masse par unité de surface.

Type 2:

1. Ouverture des pores;
2. résistance à la perforation;
3. permittivité;
4. résistance à la déchirure.

2.1.2.2 Géofilets

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

1. Contenu en polyéthylène;
2. densité de polymère;
3. teneur en noir de carbone;
4. Melt index de la résine;
5. transmissivité à la contrainte et au gradient appropriés.

2.1.2.3 Géocomposite bentonitique

1. Masse surfacique;
2. perméabilité;
3. résistance à la tension interne;
4. résistance à la délamination;
5. swell index.

2.1.3 Fabrication

Le manufacturier des géosynthétiques devra fournir au gérant de projet ou au Maître de l'ouvrage les documents suivants:

- a. Un tableau des propriétés des géosynthétiques incluant, au minimum, les propriétés spécifiés, les procédures pour les différents tests;
- b. une liste des différents polymères entrant dans la fabrication des géosynthétiques;
- c. les procédures d'échantillonnage et le résultat des différents tests;
- 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.

2.1.4 Rouleaux

Après la réception des rouleaux de géosynthétiques, le manufacturier doit fournir au gérant de projet, 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.

2.2 LIVRAISON

2.2.1 Livraison et manipulation

Le transporteur est responsable des géosynthétiques jusqu'à leur déchargement au chantier. Advenant le cas où les géosynthétiques sont livrées avant l'arrivée de l'installateur, le client est responsable du déchargement. Le matériel, une fois déchargé, sera déposé sur une surface molle et libre de tous les débris pouvant endommager 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 son arrivée, l'installateur devra procéder à une inspection visuelle des géosynthétiques pour détecter les défauts de surface.

2.2.2 Entreposage

Le gérant de projet 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 et être situé à proximité de la surface de travail.

2.3 CERTIFICATION

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.

2.3.1 Géomembranes

2.3.1.1 Échantillonnage

Un échantillon pour chaque 10 000 m² de membrane ou un échantillon par lot doit être prélevé, pour être testé par un laboratoire.

2.3.1.2 Résultats

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

Les propriétés minimales qui seront vérifiées sont :

Paramètres	Spécifications
Épaisseur	Selon tableau 1.0 ou 2.0 section 02009
Densité	Selon tableau 1.0 ou 2.0 section 02009
Tension à la limite élastique	Selon tableau 1.0 ou 2.0 section 02009
Tension à la rupture	Selon tableau 1.0 ou 2.0 section 02009
Élongation à la limite élastique	Selon tableau 1.0 ou 2.0 section 02009
Teneur en noir de carbone	Selon tableau 1.0 ou 2.0 section 02009
Dispersion noir de carbone	Selon tableau 1.0 ou 2.0 section 02009

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 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 projet décide de faire tester à nouveau d'autre échantillon du même lot. Dans ce cas, on prélève un échantillon sur les rouleaux précédant et suivant le rouleau défectueux.

Si les résultats démontrent que les deux (2) rouleaux sont conformes, on accepte le lot sauf le 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 précédent et l'inverse si le rouleau suivant passe mais que le rouleau précédent échoue les tests.

2.3.2 Géotextile

2.3.2.1 Échantillonnage

Un échantillon pour chaque 10 000 m² de géotextile ou un échantillon par lot doit être prélevé, pour être testé par un laboratoire.

2.3.2.2 Résultats

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

Les propriétés minimales qui seront vérifiées sont :

Paramètres	Spécifications
Type 1	
Masse surfacique	Selon section 02498
Épaisseur	Selon section 02498
Type 2	
Perforation	Selon section 02498
Déchirure	Selon section 02498

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 projet décide d'isoler le ou les rouleaux défectueux selon la méthode décrite pour les géomembranes à l'article 2.3.1.2.

2.3.3 Géofilet

2.3.3.1 Échantillonnage

Un échantillon pour chaque 4 000 m² de géofilet où un échantillon par lot doit être prélevé pour être testé par le laboratoire.

2.3.3.2 Résultats

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

Les propriétés minimales qui seront testées sont :

Paramètres	Spécifications
Densité de polymère	Selon section 02009
Contenu en noir de carbone	Selon section 02009
Masse surfacique	Selon section 02009

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 projet décide d'isoler le ou les rouleaux défectueux selon la méthode décrite pour les géomembranes à l'article 2.3.1.2.

2.3.4 Géocomposite bentonitique

2.3.4.1 Échantillonnage

Un échantillon pour chaque 10 000 m² de géocomposite où un échantillon par lot doit être prélevé pour être testé par le laboratoire.

2.3.4.2 Résultats

Les résultats seront envoyés au consultant en assurance qualité pour analyse pour déterminer si les géocomposites bentonitiques sont conformes ou non.

Les propriétés minimales qui seront testées sont :

Paramètres	Spécifications
Masse surfacique	Selon section 02009
Résistance à la délamination	Selon section 02009
Swell index	Selon section 02009

3 INSTALLATION DES GÉOMEMBRANES

3.1 ANCRAGE

L'ancrage des géosynthétiques sera effectué tel que décrit sur les plans, c'est-à-dire soit par soudure le long d'une dalle d'ancrage en béton ou soit par le dépôt d'une dalle de béton sur les géosynthétiques pour les tenir en place.

3.2 PRÉPARATION DE LA SURFACE

L'Entrepreneur est responsable de la mise en forme de la surface qui sert de support à la géomembrane.

Préalablement à l'installation des géomembranes, le consultant en assurance qualité doit s'assurer des points suivants:

- a. Un technicien qualifié a vérifié la conformité de tous les alignements et niveau de l'assise (max. ± 50 mm par 100 m² de surface);
- b. un ingénieur géotechnique s'est assuré que la densité de l'assise rencontre bien les exigences du contrat;
- c. que la surface a été suffisamment mis en forme et compactée de manière à ce qu'il n'y est aucune irrégularité, dépression ou changement abrupte en élévation;
- d. que la surface a été débarrassée de toutes roches ou autres débris, au risque d'endommager la géomembrane;
- e. qu'aucune surface n'a subit d'érosion excessive par l'eau ou le vent;
- f. qu'à aucun endroit sur l'assise, la teneur en eau est excessive;

g. que la surface ne contient pas de fissure dû à la dessiccation dépassant les spécifications du projet.

L'installateur doit confirmer, par écrit, que l'état de l'assise sur laquelle la géomembrane doit être installée est acceptée. Le certificat d'acceptation doit être fournie 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 Maître d'œuvre.

Après que l'assise a été acceptée par l'installateur, il est de la responsabilité de l'installateur d'aviser le Maître d'œuvre de tous les changements de condition de l'assise qui pourraient nécessiter des réparations.

En tout temps, avant et durant l'installation, le consultant en assurance qualité avisera le Maître d'œuvre de toute défaillance observée de l'assise des géomembranes.

3.2.1 Identification des panneaux

Un panneau est une surface de membrane qui doivent être soudés 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.

3.2.2 Installation des panneaux

3.2.2.1 Localisation

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

3.2.2.2 Procédure de déploiement

Deux (2) procédures peuvent être utilisées pour le déploiement des panneaux:

- a. Tous les panneaux sont installés avant que l'installateur commence les soudures;
- b. les panneaux sont soudés l'un à l'autre au fur et à mesure que le déploiement progresse;
- c. une combinaison des deux (2) méthodes.

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

Le consultant en assurance qualité doit s'assurer que:

- a. 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;
- b. l'assise ne s'est pas détériorée entre l'acceptation et le début de déploiement;
- c. le personnel travaillant sur la géomembrane ne fume pas, ne porte pas des chaussures qui peuvent être dommageables ou pose des gestes nuisibles à la géomembrane;
- d. la méthode pour le déroulement de la géomembrane n'endommage pas l'assise et la géomembrane;
- e. 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;
- f. 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;
- g. que les contacts directs avec la géomembrane sont minimisés, c'est-à-dire qu'aux endroits sujet à une circulation excessive, on dépose un géotextile, géomembrane supplémentaire ou tout autre matériel adéquat.

Le consultant avisera le gérant de projet si les règles ci-haut ne sont pas respectées.

3.2.2.3 Conditions météorologiques

Aucune géomembrane ne doit être déployée quand la température ambiante est sous le point de congélation ou au-dessus de 40°C sans la permission écrite du gérant de projet.

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

Le consultant en assurance qualité informera le gérant de projet de tous les problèmes ou retards liés aux conduits météorologiques.

3.2.2.4 Dommage

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 projet au sujet des panneaux, ou portion de panneaux, qui doivent être réparés ou acceptés. Les panneaux qui ont été refusés doivent être identifiés et leurs enlèvements doivent être enregistrés par le consultant en assurance qualité.

3.2.2.5 Écriture sur les géomembranes

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

L'installateur utilisera un marqueur de couleur blanche tandis que le consultant en assurance qualité utilisera un marqueur de couleur jaune.

3.3 SOUDURE

3.3.1 Plan de soudure

Avant le début des travaux, l'installateur doit fournir un plan de déploiement. Ce plan peut être modifié par le Maître d'œuvre ou l'installateur sur approbation du gérant de projet.

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

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

3.3.2 Produits et équipements de soudure

Les procédés autorisés pour les soudures sont les soudures par extrusion ou par fusion (hot wedge). Les procédés alternatifs doivent être soumis et documentés au Maître d'œuvre et au gérant de projet 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 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 souder ne sont pas déposés directement sur les géomembranes;
- g. les géomembranes sont protégées adéquatement dans les zones de circulation intenses;
- h. la surface qui est sablée ne doit pas dépasser de plus de 7 mm de par 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 projet;
- k. maintenir un nombre approprié d'appareil à souder tel que convenu lors de la réunion de démarrage;
- l. pour les soudures en croix, les bords sont meulés en biseau;
- m. une membrane de protection sera déployée sous les joints pour prévenir l'adhésion de débris pouvant nuire au procédé de soudure par fusion.

3.3.3 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 soudures devront être alignées le plus possible et ce, en minimisant la formation de replis et de « fishmouths ».

3.3.4 Conditions météorologiques

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. Les soudures seront acceptables si le test de décollement est satisfait.

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 projet. Le gérant de projet peut, à ce moment, décider d'arrêter ou de reporter les travaux.

3.4 PROCÉDURE GÉNÉRALE

Les rouleaux de géomembrane devront avoir un chevauchement minimum de 75 mm pour la soudure par fusion et de 125 mm pour la soudure par extrusion.

- a. Les replis devront être coupés à leurs bases pour permettre un chevauchement plat adéquat pour la soudure. Si le chevauchement est incorrect, alors le repli devra être réparé avec une pièce dépassant de 150 mm, dans toutes les directions, l'endroit à réparer.
- b. Toutes les soudures en croix devront être effectuées par extrusion.

4 CONTRÔLE DE LA QUALITÉ LORS DE LA CONSTRUCTION

4.1 ÉQUIPEMENT DE CONTRÔLE SUR LE SITE

L'Entrepreneur responsable de l'installation doit avoir les appareils suivants sur les lieux en bon état de fonctionnement.

4.1.1 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 pouces/minute).
- b. Le tensiomètre devra être muni d'une jauge mesurant la force exercée entre les deux (2) mâchoires.

4.1.2 Boîte à vacuum

La boîte à vacuum consistera d'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 2 à 3 psi (5-6 po d'Hg) à l'intérieur de la boîte.

Une solution savonneuse devra être déposée sur le joint immédiatement avant la pose de la boîte à vacuum.

4.1.3 Équipement de contrôle par pression d'air

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

- a. L'équipement devra constituer d'une pompe à air capable de générer et de maintenir une pression positive de 25 psi min.
- b. Un manomètre capable de lire jusqu'à 40 psi attaché à une aiguille sera utilisé pour pressuriser le chemin d'air à l'intérieur des joints.

4.2 TEST NON DESTRUCTIF

Tous les joints devront être testés par la méthode non-destructive par l'Entrepreneur responsable de l'installation 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'Inspecteur.

La procédure acceptée pour les tests non-destructifs est décrite ci-haut. Toute procédure alternative devra être soumise au Propriétaire ou à son représentant pour approbation avant le début des tests.

4.2.1 Joints d'essais

- a. Des joints d'essais devront être effectués dans le but de vérifier si les conditions ambiantes sont adéquates pour procéder aux travaux de construction des joints sur le terrain. Chaque soudeur devra effectuer un joint d'essais 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 mal fonctionnement de l'appareil, un joint d'essai devra être effectué avant la reprise des travaux sur le terrain.

- b. Les joints d'essais devront être effectués sur le terrain sur des pièces de géomembrane approuvées. Chaque joint d'essai devra avoir au moins 1,1 m de long, 0,40 m de large et avoir un chevauchement suffisamment pour procéder au contrôle du décollement avec le tensiomètre de terrain.
- c. Deux (2) échantillons de 25,4 mm chacun (1 pouce) devront être prélevés par l'Entrepreneur responsable de l'installation 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, un pour le décollement et l'autre pour le déchirement (cisaillement).
- d. Les deux (2) 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.
- e. Si le 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.

4.2.2 Test par vacuum

Cent pour-cent (100 %) de tous les contrôles par vacuum devront se faire sous surveillance de l'inspecteur 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 Pa (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.

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 pouces) 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 4.4.3 puis testée à nouveau.

4.2.3 Test par pression d'air

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 minimale de 173 Pa (25 psi) devra y être produite. La valve d'alimentation sera fermée et la pression sera maintenue pendant au moins 240 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 4 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 4.4.3, 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.

4.3 TEST DESTRUCTIF

4.3.1 Généralités

Les tests destructifs seront effectués à des endroits sélectionnés afin de vérifier les critères exigés au contrat.

Tous les échantillonnages 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 soudures.

4.3.2 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 gérant de projet peut augmenter le nombre de tests en se basant sur les résultats déjà obtenus.

Un plus grand nombre de tests peut être nécessaire lorsque le Propriétaire ou l'Inspecteur craint la présence d'un excès de cristallinité, de contamination, de joint défectueux ou toute autre raison pouvant affecter la qualité des joints.

4.3.3 Procédure d'échantillonnage

Les échantillons seront prélevés par le responsable en assurance qualité de l'installation selon les directives du consultant QA/QC 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 4.4.3.

4.3.4 Dimension de l'échantillon

À un endroit donné, deux (2) types d'échantillons seront prélevés par l'installateur.

Premièrement, deux (2) bandes de 25 mm de large par 400 mm de long distancées l'une de l'autre de 1,2 m le long de la soudure seront prélevées pour être testés au chantier.

Si les échantillons passent le test de cisaillement est de décollement, alors le consultant en assurance qualité prélèvera la bande de 1,2 m comprise entre les deux (2) échantillons en question, avec la soudure au centre.

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 projet aux archives.

4.3.5 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.

4.3.5.1 Critères

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

Ce 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 au membrane, passant par la soudure.

Le test de décollement 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, parallèle à la membrane, passant par la soudure.

TABLEAU 1

Propriétés	Unité	Type de séparation	Valeur				Méthodes
Épaisseur	mils		40	60	80	100	ASTM D4437
Cisaillement (shear test)	lb/po	Ft B ¹	88	132	176	220	ASTM D4437
Décollement (fusion)	lb/po	FT B ¹	60	90	120	150	ASTM D4437
Décollement (extrusion)	lb/po	FT B ¹	52	78	104	130	ASTM D4437

FT B¹ = Film tearing bond : Déchirure au niveau des membranes et non de la soudure indiquant l'intégrité de la connexion entre les deux (2) membranes.

4.3.6 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 (voir indications, section 4.9).
2. Prendre un échantillon de 25 mm (1 pouce) 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 des échantillons ont passé les tests destructifs en laboratoire.

4.4 DÉFAUTS ET RÉPARATIONS

4.4.1 Identification

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

4.4.2 Évaluation

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

4.4.3 Réparation

Toute portion de géomembrane possédant un manque quelconque ou ayant échoué un test destructif ou non destructif sera réparé.

La décision finale sur la procédure de réparation appartient au gérant de projet ou au consultant en assurance qualité.

Les procédés acceptés sont:

- a. Rapiéçage : Dans le cas de grand trous, déchirures ou contamination par une substance étrangère.
- b. Reprise d'une soudure : Dans le cas de petite section de soudure qui n'a pas passé les tests. Lors d'une reprise, on doit meuler la vieille soudure au maximum une (1) 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 projet ou le consultant en assurance qualité.

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

4.4.4 Vérification des réparations

Toutes réparations majeures requérant un rapiéçage ou un recouvrement doivent être testées à nouveau selon les méthodes de non destruction. Si elles passent les tests, elles seront considérées comme étant des réparations adéquates. Le cas échéant, elles devront être reprises.

4.5 GÉOTEXTILES ET GÉOFILETS

4.5.1 Installation

4.5.1.1 Manipulation

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

Dans les pentes, on devra s'assurer que les géotextiles et les géofilets soient bien ancrés avant de les dérouler de manière à les garder en tension.

En présence de vents, on devra retenir de manière adéquate avec des sacs de sable jusqu'à ce que le recouvrement final installé.

Un soin particulier devra être porté lorsque les géosynthétiques sont placés sur une couche sous-jacente susceptible de les endommager.

L'installateur doit s'assurer qu'aucune roche, boue ou autres débris ne soit emprisonné sous les géosynthétiques.

4.5.1.2 Chevauchement des géotextiles

Les géotextiles doivent être installés de manière à avoir un chevauchement suffisant pour permettre une couture adéquate. On doit s'assurer que le fil utilisé est une résistance chimique similaire au géotextile.

4.5.1.3 Jonction des géofilets

Les géofilets doivent être attachés avec des attaches en nylon disposés à tous les 1,5 m minimum dans les pentes, à 0,3 m dans les tranchées d'ancrage.

La jonction bout à bout entre deux (2) rouleaux devra être faite comme suit:

- dans les pentes, le chevauchement devra être de 600 mm et avoir deux (2) rangs d'attaches de nylon;
- sur les plats, le chevauchement devra être de 100 mm et avoir un rang de trois (3) attaches de nylon.

4.5.2 Réparations

Tous les trous et déchirures dans les géotextiles devront être réparés avec une pièce du même géotextile. La pièce devra dépasser la défectuosité de 300 mm dans toutes les directions.

Tous les trous et déchirures dans les géonets devront être réparés avec une pièce du même géonet. La pièce devra dépasser la défectuosité de 300 mm dans toutes les directions et être attachée avec un minimum de quatre (4) attaches en nylon.

4.6 GÉOCOMPOSITE BENTONITIQUE

4.6.1 Installation

La surface d'appui doit être propre et exempte d'aspérité. L'équipement de mise en place ne doit en aucun cas créer des dépressions de la surface d'appui supérieure à 25 mm.

L'installateur doit s'assurer qu'aucune roche ou autre débris ne soit emprisonné sous le géocomposite.

4.6.2 Chevauchement

Les géocomposites doivent être mis en place de manière à assurer le chevauchement minimal de 150 mm longitudinal et 300 mm transversal.

4.6.3 Jonction

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

4.6.4 Réparations

Tous les trous et déchirures dans les géotextiles devront être réparés avec une pièce du même géotextile. La pièce devra dépasser la défectuosité de 300 mm dans toutes les directions.

Toute superficie hydratée avant le recouvrement du géocomposite bentonitique doit être remplacée.

4.7 RECOUVREMENT

4.7.1 Généralités

Aucun équipement ne sera autorisé à circuler directement sur les géosynthétiques.

Les équipements autorisés seront les bouteurs de type « low-pressure » (9 p.s.i. maximum) et ce, sur un minimum de 300 mm de sable par-dessus la géomembrane ou selon les indications des clauses techniques particulières.

L'équipement utilisé ne devra pas être muni de clous et, en aucun temps, le virage des équipements sur les premiers 300 mm d'épaisseur de la couche ne sera permis.

Une attention particulière devra être portée lors de l'épandage des premiers 300 mm pour que l'équipement ne touche, en aucun temps, la géomembrane.

Les autres équipements, comme les camions de transport, seront autorisés à rouler sur les rampes d'accès qui auront une épaisseur minimum de 1 000 mm.

4.7.2 Inspection

Avant le recouvrement, le consultant en assurance qualité identifiera tout grand pli qui a pu se produire dans la géomembrane. Les plis qui n'ont pas été fabriqués pour accommoder les contractions thermiques de la géomembrane avant la pose de sable devront être coupés, réparés et testés par l'installateur.

5 ACCEPTATION DU SYSTÈME D'IMPERMÉABILISATION

Le système d'imperméabilisation sera accepté lorsque:

1. Toutes les soudures sont terminées et ont passé tous les tests associés;
2. la documentation de l'installation est complétée;
3. la documentation de l'installation est complétée.