

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 avec les spécifications du projet.

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 géofiletts 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 geomembranes Field Seams et la norme EPA/530-SW-86-031 : Construction quality assurance for Hazardous Waste Landfill Disposal facilities et au guide technique Quality Assurance and Quality control for waste containment facility EPA/600/r-93/182 et aux normes du GRI.

1.2. *Intervenants*

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

1.2.1. *Maître d'oeuvre*

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

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 Gérant de projets

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

1.2.10. 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, le consultants en assurance-qualité 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. 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, la nom du client, le type de géosynthétiques, l'application, la qualité 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. Les soudures seront effectuées sous la surveillance et la direction d'un maître soudeur. Le contremaître et le maître soudeur peuvent être la même personne et doivent être présents pendant le soudage des joints.

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'autocontrôle 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 GÉOMEMBRANES

3.1. Certification

3.1.1. 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) se situant au dessus de 0,934 g/cm³;
- Melt index (ASTM D1238, condition 190/2.16) inférieur à 1,0 g/10 minutes.

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

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 D556) et 1% maximum d'additifs.

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.

3.1.2. Certificat en usine

Le manufacturier devra fournir au consultant en assurance qualité, avant l'expédition, les certificats de conformité des rouleaux pour les propriétés minimales suivantes ou autres précisées au devis particulier.

3.1.2.1. Géomembranes

Par rouleau:

- 1- L'épaisseur;
- 2- la densité;
- 3- tension à la limite élastique (2 sens);
- 4- tension à la rupture (2 sens);
- 5- élongation à la limite élastique (2 sens);

- 6- élongation à la rupture (2 sens);
- 7- teneur en noir de carbone;
- 8- dispersion du noir de carbone;
- 9- la hauteur des aspérités (texturée).

Par «batch» de résine:

- 1- Résistance à la fissuration sans contrainte;
- 2- Le temps d'induction à l'oxydative;
- 3- le vieillissement au four;
- 4- résistance au UV.

3.1.2.2. *Géotextile*

- 1- L'épaisseur;
- 2- masse par unité de surface.
- 3- Ouverture des pores
- 4- résistance à la perforation;
- 5- permittivité;
- 6- résistance à la déchirure (type trapézoïdale).

3.1.2.3. *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- l'indice de fusion "melt" de la résine;
- 5- transmissivité à la contrainte et au gradient appropriés;
- 6- la résistance en compression.

3.1.2.4. *Géocomposite bentonitique*

- 1- Masse surfacique totale et des géotextiles séparément;
- 2- perméabilité;
- 3- résistance à la tension interne;
- 4- résistance à la délamination;
- 5- indice de gonflement (swell index).

3.1.3. *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 spécifiées, 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.

3.1.4. *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.

3.2. *Livraison*

3.2.1. *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, l'entrepreneur général 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.

3.2.2. 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.

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 de manufacturiers.

3.3. 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 minimales suivantes et toute autre propriété identifiée au devis particulier.

3.3.1. Géomembranes

3.3.1.1. Échantillonnage

Un échantillon pour chaque 10 000 m² de membrane ou un échantillon par lot doit être prélevé, pour être testé par un laboratoire. L'échantillon doit être prélevé sur une longueur d'au moins 0,45 mètres après avoir enlevé le premier tour.

3.3.1.2. 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 section 02009
Densité	Selon tableau section 02009
Tension à la limite élastique	Selon tableau section 02009
Tension à la rupture	Selon tableau section 02009
Élongation à la limite élastique	Selon tableau section 02009
Teneur en noir de carbone	Selon tableau section 02009
Dispersion noir de carbone	Selon tableau section 02009
Temps d'induction à l'oxydation	Selon tableau 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.

3.3.2. Géotextile

3.3.2.1. Échantillonnage

Un échantillon pour chaque 10 000 m² de géotextile ou un échantillon par lot doit être prélevé, pour être testé par un laboratoire. L'échantillon doit être prélevé sur une longueur d'au moins un (1) mètre au début du rouleau.

3.3.2.2. 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 :

Propriété	Unité	Exigences		
		Type 1	Type 2	Type 3
Épaisseur ASTM D5199	mm	4,0		
Masse par unité de surface	g/m ²	500		
Ouverture de filtration (F.O.S.)	mm			
Perméabilité ASTM D4491	cm/s			
Permittivité ASTM D4491	s ⁻¹			
Résistance à la perforation (poinçonnement) ASTM D4833	kN		0,4	
Résistance à la déchirure (trapézoïdale) ASTM D4533	N		0,4	
Résistance à l'éclatement (Mullen) ASTM D3786	kPa			
Déchirure amorcée CAN 4.2 N° 12,2	N	350		

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 3.3.1.2.

3.3.3. Géofilet

3.3.3.1. Échantillonnage

Un échantillon pour chaque 10 000 m² de géofilet où un échantillon par lot doit être prélevé pour être testé par le laboratoire. L'échantillon doit être prélevé sur une longueur d'au moins un 0,45 mètre après avoir enlevé un tour au début du rouleau.

3.3.3.2. 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 :

GÉOFILET - PEHD			
PROPRIÉTÉS PHYSIQUES			
Propriété	Unité	Qualification	Valeur
Épaisseur à 20 kPa ASTM D5199	cm	intervalle	
Masse surfacique ASTM D5261	g/m ²	intervalle	± 880
Contenu en noir de carbone ASTM D4218	%	intervalle	2 - 3
Densité de polymère ASTM D792	g/cm ³	intervalle	0,937 ± 0,002
Transmissivité entre deux plaques rigides ASTM D4716 (gradient = 1,0 à 720 kPa)	m ² /s	minimum	

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.

3.3.4. Géocomposite bentonitique

3.3.4.1. Échantillonnage

Un échantillon pour chaque 10 000 m² de géocomposite où un échantillon par lot doit être prélevé pour être testé par le laboratoire. L'échantillon doit être prélevé sur une longueur d'au moins un 0,6 mètre après avoir enlevé un tout au début du rouleau.

3.3.4.2. 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 :

GÉOCOMPOSITE BENTONITIQUE		
PROPRIÉTÉS PHYSIQUES		
Propriété	Unité	Valeur minimale moyenne
Type		
Couche inférieure ASTM D5261	g/m ²	
Couche supérieure ASTM D5261	g/m ²	
Couche intermédiaire		
Indice de gonflement ASTM D5890		24 ml/2 g
Perte de fluide ASTM D5891	ml	
Masse surfacique produit fini ASTM D5993	g/m ²	4 000
Résistance à la tension interne ASTM D6243		
Sous une pression normale de 9,58 kPa	kPa	
Perméabilité à 70 kPa ASTM D 5887	cm/s	
Résistance à la délamination ASTM D 6496	N MARV	66
	lb	15

La même procédure s'applique aux résultats du géocomposite bentonitique.

4. INSTALLATION DES GÉOMEMBRANES

4.1. Ancrage

L'ancrage des géosynthétiques sera effectué tel que décrit sur les plans. Pour tout sol sensible à la dessiccation on doit excaver uniquement la tranchée nécessaire à la production de la journée. Éviter les plis de la géomembrane dans la tranchée et l'utilisation d'objet qui perfore la géomembrane pour l'ancrage temporaire.

4.2. 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) et que les ornières dû à la machinerie soient inférieures à 25 mm ;
- 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'à 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 due 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 accepté. 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.

4.2.1. Identification des panneaux

Un panneau est une surface de membrane qui doit être soudé 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.

4.2.2. Installation des panneaux

4.2.2.1. 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.

4.2.2.2. Vérification des conditions d'installation

L'installateur, en collaboration avec 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 du déploiement;
- c) 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;
- 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);
- 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) 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.

4.2.2.3. Procédure de déploiement

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

- a) Tous les panneaux soudés dans une journée 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.

4.2.2.4. 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.

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 projet de tous les problèmes ou retards liés aux conduits météorologiques.

4.2.2.5. 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.

4.2.2.6. 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.

4.3. Soudure

4.3.1. 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.

4.3.2. 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.

4.3.3. 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".

4.3.4. 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.

4.4. Procédure générale

- a) 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.
- b) 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.
- c) Toutes les soudures en croix devront être effectuées par extrusion.

5. CONTRÔLE DE LA QUALITÉ LORS DE LA CONSTRUCTION

5.1. 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.

5.1.1. *Tensiomètre de terrain*

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). Le tensiomètre devra être muni d'une jauge mesurant la force exercée entre les deux (2) mâchoires.

5.1.2. *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 à 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.

5.1.3. *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.

L'équipement devra constituer d'une pompe à air capable de générer et de maintenir une pression positive de 25 psi min. 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.

5.2. *Soudure d'essais de calibration*

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.

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.

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).

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.

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.

5.2.1. *Documentations 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.

5.3. *Essais 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 haute. Toute procédure alternative devra être soumise au Propriétaire ou à son représentant pour approbation avant le début des tests.

5.3.1. *Essai 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 5.4.3 puis testée à nouveau.

5.3.2. *Test par pression d'air (soudure par double 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 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 5.4.3, 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.

5.4. Test destructif

5.4.1. 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.

5.4.2. 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 nécessaires 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.

5.4.3. 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 5.5.3.

5.4.4. Dimension de l'échantillon

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

Premièrement, deux groupes de (2) bandes de 25 mm de large par 400 mm de long distancées l'une de l'autre de 1,0 m le long de la soudure seront prélevées pour être testées au chantier. Si les échantillons passent le test de cisaillement et de décollement, alors le consultant en assurance qualité prélèvera la bande de 1,0 m comprise entre les deux (2) groupes d'échantillons en question, avec la soudure au centre.

Cet échantillon sera coupé en trois (3) morceaux:

- 1- 0,25 m x 0,3 m que garde l'installateur;
- 2- 0,25 m x 0,40 m envoyé au laboratoire;
- 3- 0,25 m x 0,3 m que garde le gérant de projet aux archives.

On doit documenter la prise des échantillons et l'envoi d'échantillon au laboratoire. L'information suivante doit être notée:

- a) Localisation des échantillons;
- b) date, heure des essais et prélèvement;
- c) les résultats et type de ruptures au chantier pour le décollement et le cisaillement;
- d) l'identification de la soudure et de l'échantillon envoyé au laboratoire.

5.4.5. *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.

5.4.5.1. *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 au membrane, passant par la soudure.

TABLEAU 1

Propriétés	Unité	Type de séparation	Valeur				Méthodes
Épaisseur	mm		1,0	1,5	2,0	2,5	ASTM 5199 ¹
9Cisaillement (shear test)	kN/m N/25 mm	Ft B ¹	14,0 350	21,0 525	30,9 770	38,3 960	ASTM D6392
Décollement (fusion)	kN/m N/25 mm	FT B ¹	10,5 265	15,9 400	21,0 525	26,1 650	ASTM D6392
Décollement (extrusion)	kN/m N/25 mm	FT B ¹	9,0 225	13,6 340	18,2 455	22,6 565	ASTM D6392

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.

L'élongation à la rupture (ASTM D6392) doit être supérieure à 50% en cisaillement et la séparation de la soudure au décollement doit être de 25% maximum.

5.4.6. Procédure lors d'échec des test 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 5.9).
- 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.

5.5. Défauts et réparations

5.5.1. Identification

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

¹ ASTM D5994 pour membrane texturée

5.5.2. *Évaluation*

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

5.5.3. *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 grande 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.

5.5.4. *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 repris.

Les réparations doivent être notées tel que suit:

- a) Le numéro de la réparation;
- b) la localisation;
- c) la date et heure effectuée;
- d) le mode de réparation et les dimensions;
- e) les résultats des essais non destructifs.

5.5.5. *Plans tel que construits*

Chaque niveau de géomembrane devra faire l'objet d'un plan tel que construit à l'échelle, préparé par l'installateur et soumis au consultant en assurance-qualité pour approbation à la fin de travaux. Les plans doivent comprendre les informations minimales suivantes:

- a) Le positionnement et numérotation de tous les panneaux;
- b) le positionnement et l'identification de toutes les réparations incluant les reprises de soudures;
- c) la localisation des essais destructifs;
- d) la localisation de toute ouverture, ancrages mécaniques ou non.

5.6. *Géotextiles et géofilets*

5.6.1. *Installation*

5.6.1.1. *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 soit bien ancrés avant de les dérouler de manière à les garder en tension. En présence de vents, on devra les retenir de manière adéquate avec des sacs de sable jusqu'à ce que le recouvrement final soit 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.

5.6.1.2. *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.

5.6.1.3. *Jonction des géofilets*

Les géofilets doivent être attachés avec des attaches en nylon disposées 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.

5.6.2. *Réparations*

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

Tous les trous et déchirures dans les géofilets 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 en nylon.

5.7. *Géocomposite bentonitique*

5.7.1. *Manipulation et entreposage*

Identifier, noter et rapporter aussitôt tout dommage visible au transporteur et l'entrepreneur général. Séparer les rouleaux endommagés des autres rouleaux. Les rouleaux de géocomposite bentonitique ne pourront être, traînés, ou soulevés par seulement une extrémité, ou laissés tomber sur le sol à partir du camion de livraison ou déchargés de toute autre façon qui pourrait endommager le géocomposite et son emballage.

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 le géocomposite. Entreposer les rouleaux dans leur emballage original étanche dans un endroit propice pour limiter leur manipulation. L'aire d'entreposage doit être sèche et bien drainée.

Toujours entreposer les rouleaux de géocomposite 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. La hauteur d'empilement devra empêcher l'écrasement ou la déformation des rouleaux à la base de l'empilement.

5.7.2. Rouleaux endommagés

Dans l'éventualité où un rouleau ait subi une exposition à l'eau, ou autre dommage chaque rouleau devra être mis à l'écart pour être examiné par 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 rouleau devra être rejeté.

5.7.3. 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.

5.7.4. Chevauchement

Les géocomposites doivent être mis en place de manière à assurer le chevauchement minimal de 150 mm longitudinal et 300 mm transversal ou selon les indications au devis particulier.

5.7.5. 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.

5.7.6. Réparations

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

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

5.8. Mise en place de recouvrement granulaire

Le comportement et l'état des géosynthétiques, durant leur recouvrement par le matériau granulaire, devront être constamment surveillés. Les géosynthétiques doivent être approuvés avant de procéder à leur recouvrement.

Avant le recouvrement, le Consultant en assurance-qualité identifiera tout 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 5.3.

5.8.1. Inspection des géosynthétiques

Le comportement et l'état des géosynthétiques, durant leur recouvrement par le matériau granulaire, devront être constamment surveillés. Les géosynthétiques doivent être approuvés avant de procéder à leur recouvrement.

Avant le recouvrement, le Consultant en assurance-qualité identifiera tout 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 5.3

5.8.2. Certification du matériau granulaire

Le type de matériau granulaire et son épaisseur doivent être conformes aux plans et aux prescriptions des clauses techniques. L'Entrepreneur devra fournir au Gérant de projet 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.

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

5.8.3. Échantillonnage

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

5.8.4. Essais en laboratoire

Les résultats seront transmis au Consultant en assurance-qualité pour les fins d'analyse et pour déterminer si le matériau granulaire est conforme ou non. Les essais exigés, en tout ou en partie, sont:

- a) Une analyse granulométrique;
- b) La perméabilité;
- c) le pourcentage de matières organiques.

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 laboratoire différent. Par la suite, si les résultats ne sont toujours 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.

5.8.5. *Mise en place*

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

Les équipements autorisés seront les bouteurs de type « low-pressure » (9 psi 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 600 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.

6. 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 couche de protection conforme est mise en place;
- 3- la documentation de l'installation est complétée en incluant la garantie.

La documentation doit inclure au minimum les éléments suivants:

- Les plans tel que construits;

- les résultats de certification en usine;
- les résultats des contrôles qualité de l'installateur;
- une certification de conformité des matériaux signée;
- une certification de conformité de leur installation signée.

	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'oeuvre.....	2
1.2.2. L'Entrepreneur	2
1.2.3. Manufacturier.....	2
1.2.4. Installateur	2
1.2.5. Transporteur	2
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 Gérant de projets.....	3
1.2.10. Le consultant en assurance qualité	3
1.3. Visite et réunion	3
1.3.1. Réunion de pré-construction.....	3
1.3.2. Réunion de démarrage	4
1.3.3. Réunion hebdomadaire.....	5
1.3.4. Visite de la manufacture	5
2. QUALIFICATION DU MANUFACTURIER ET DE L'INSTALLATEUR DES GÉOSYNTHÉTIQUES.....	5
3. CERTIFICATION ET EXPÉDITION DES GÉOMEMBRANES	6
3.1. Certification	6
3.1.1. Matériel de base	6
3.1.2. Certificat en usine	6
3.1.3. Fabrication.....	8
3.1.4. Rouleaux.....	8
3.2. Livraison	8
3.2.1. Livraison et manipulation	8
3.2.2. Entreposage	9
3.3. Certification.....	9
3.3.1. Géomembranes.....	10
3.3.2. Géotextile.....	11
3.3.3. Géofilet	12
3.3.4. Géocomposite bentonitique	13
4. INSTALLATION DES GÉOMEMBRANES	14
4.1. Ancrage	14
4.2. Préparation de la surface	14
4.2.1. Identification des panneaux	15

4.2.2.	<i>Installation des panneaux</i>	15
4.3.	<i>Soudure</i>	17
4.3.1.	<i>Plan de soudure</i>	17
4.3.2.	<i>Produits et équipements de soudure</i>	17
4.3.3.	<i>Préparation pour soudure</i>	19
4.3.4.	<i>Conditions météorologiques</i>	19
4.4.	<i>Procédure générale</i>	19
5.	<i>contrôle de la qualité lors de la construction</i>	19
5.1.	<i>Équipement de contrôle sur le site</i>	19
5.1.1.	<i>Tensiomètre de terrain</i>	20
5.1.2.	<i>Boîte à vacuum</i>	20
5.1.3.	<i>Équipement de contrôle par pression d'air</i>	20
5.2.	<i>Soudure d'essais de calibration</i>	20
5.2.1.	<i>Documentations des essais de calibration</i>	21
5.3.	<i>Essais non destructif</i>	21
5.3.1.	<i>Essai par vacuum</i>	22
5.3.2.	<i>Test par pression d'air (soudure par double fusion)</i>	22
5.4.	<i>Test destructif</i>	23
5.4.1.	<i>Généralités</i>	23
5.4.2.	<i>Localisation et fréquence</i>	23
5.4.3.	<i>Procédure d'échantillonnage</i>	23
5.4.4.	<i>Dimension de l'échantillon</i>	23
5.4.5.	<i>Test en laboratoire</i>	24
5.4.6.	<i>Procédure lors d'échec des test destructifs</i>	25
5.5.	<i>Défauts et réparations</i>	25
5.5.1.	<i>Identification</i>	25
5.5.2.	<i>Évaluation</i>	26
5.5.3.	<i>Réparation</i>	26
5.5.4.	<i>Vérification des réparations</i>	26
5.5.5.	<i>Plans tel que construits</i>	27
5.6.	<i>Géotextiles et géofilets</i>	27
5.6.1.	<i>Installation</i>	27
5.6.2.	<i>Réparations</i>	28
5.7.	<i>Géocomposite bentonitique</i>	28
5.7.1.	<i>Manipulation et entreposage</i>	28
5.7.2.	<i>Rouleaux endommagés</i>	29
5.7.3.	<i>Installation</i>	29
5.7.4.	<i>Chevauchement</i>	29
5.7.5.	<i>Jonction</i>	29
5.7.6.	<i>Réparations</i>	29
5.8.	<i>Mise en place de recouvrement granulaire</i>	29
5.8.1.	<i>Inspection des géosynthétiques</i>	30

5.8.2.	Certification du matériau granulaire	30
5.8.3.	Échantillonnage	30
5.8.4.	Essais en laboratoire	30
5.8.5.	Mise en place.....	31
6.	ACCEPTATION DU SYSTÈME D'IMPERMÉABILISATION	31