

Préparé par



(INTERNATIONAL ASSOCIATION OF GEOSYNTHETIC INSTALLERS)

**ASSOCIATION INTERNATIONALE DES INSTALLATEURS DE  
GÉOSYNTHETIQUES**

**DEVIS D'INSTALLATION DES GÉOMEMBRANES EN PEHD ET PEBD**

International Association  
of Geosynthetic Installers  
*P.O. Box 18012*  
*St. Paul, MN 55118*  
*États-Unis*  
*Téléphone : (651) 544-1895*  
*Télécopieur : (651) 450-6167*  
*Courriel : [iagi@iagi.org](mailto:iagi@iagi.org)*

Révision : Mai 2007

L'information présentée dans le présent document a été rédigée par l'IAGI, conformément aux normes actuelles de contrôle et d'assurance de la qualité de l'industrie des géomembranes. La décision finale, quant à la pertinence de toute information ou tout matériel pour l'usage prévu et la manière dont ils sont utilisés, est l'entière responsabilité de l'utilisateur.

# PARTIE 1 – GÉNÉRALITÉS

## 1.01 Sommaire

- A. Ce devis inclut la fourniture et l'installation des géomembranes en PEHD et en PEBD d'une densité de feuille de 0,940 g/cm<sup>3</sup> ou plus pour le PEHD et de 0,939 ou moins pour le PEBD. Le devis inclut les géomembranes avec des surfaces lisses et texturées.

## 1.02 Références

- A. American Society for Testing and Materials (ASTM) :
  1. D 638 Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics. [Procédure normalisée des propriétés élastiques des plastiques]
  2. D 751 Standard Test Methods for Coated Fabrics. [Procédure normalisée des textiles enduits]
  3. D 792 Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement. [Procédure normalisée de densité et de gravité spécifique (densité relative) des plastiques par déplacement]
  4. D 1004 Standard Test Method for Initial Tear Resistance of Plastic Film and Sheeting. [Procédure normalisée pour la résistance initiale au déchirement des pellicules et des feuilles en plastique]
  5. D 1204 Standard Test Method for Linear Dimensional Changes of Non Rigid Thermoplastic Sheeting or Film at Elevated Temperature. [Procédure normalisée pour les changements dimensionnels linéaires des feuilles ou des pellicules thermoplastiques souples à des températures élevées]
  6. D 1238 Standard Test Method for Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer. [Procédure normalisée concernant l'indice de fluidité des thermoplastiques par plastomètre à extrusion]
  7. D 1505 Standard Test Method for Density of Plastics by Density-Gradient Technique. [Procédure normalisée concernant la densité des plastiques par la technique de gradient de densité]
  8. D 1603 Standard Test Method for Carbon Black in Olefin Plastics. [Procédure normalisée sur le noir de carbone dans les plastiques oléfiniques]

9. D 3895 Test Method for Oxidative Induction Time of Polyolefins by Thermal Analysis. [Procédure sur le temps d'induction de l'oxydation des plastiques poly oléfiniques par analyse thermique]
10. D 4218 Test Method for Determination of Carbon Black Content in Polyethylene Compounds by the Muffle-Furnace Technique. [Procédure de détermination du contenu en noir de carbone dans les composés de polyéthylène en utilisant la technique du four à moufle]
11. D 4437 Standard Practice for Determining the Integrity of Field Seams Used in Joining Flexible Polymeric Sheet Geomembranes. [Pratique normalisée de détermination de l'intégrité des soudures exécutées sur le chantier utilisées pour joindre des géomembranes en feuilles polymères souples]
12. D 4833 Test Method for Index Puncture Resistance of Geotextiles, Geomembranes and Related Products. [Procédure de l'indice de résistance à la perforation des géotextiles, des géomembranes et des produits connexes]
13. D 5199 Standard Test Method for Measuring Nominal Thickness of Smooth Geomembranes. [Procédure normalisée pour mesurer l'épaisseur nominale des géomembranes lisses]
14. D 5397 Standard Test Method for Evaluation of Stress Crack Resistance of Polyolefins using Notched Constant Tensile Load Test. [Procédure normalisée pour l'évaluation de la résistance aux fissures de contrainte des plastiques poly oléfiniques en utilisant l'essai d'effort de traction constante avec éprouvette pré entaillée]
15. D 5596 Standard Practice for Microscopical Examination of Pigment Dispersion in Plastic Compounds. [Pratique normalisée d'examen microscopique de la dispersion des pigments dans les composés plastiques]
16. D 5641 Standard Practice for Geomembrane Seam Evaluation by Vacuum Chamber. [Pratique normalisée d'évaluation des soudures de géomembrane par chambre à vide]
17. D 5721 Practice for Air-Oven Aging of Polyolefin Geomembranes. [Pratique de vieillissement en étuve à air des géomembranes poly oléfiniques]
18. D 5820 Test Method for Air Testing. [Procédure pour les essais à l'air]
19. D 5885 Test Method for Oxidative Induction Time of Polyolefin Geosynthetics by High Pressure Differential Scanning Calorimetry. [Procédure pour le temps d'induction d'oxydation des géosynthétiques poly oléfiniques par analyse calorimétrique différentielle à haute pression]
20. D 5994 Standard Test Method for Measuring Nominal Thickness of Textured Geomembranes. [Procédure normalisée pour mesurer l'épaisseur nominale des géomembranes texturées]
21. D 6365 Standard Practice for the Nondestructive Testing of Geomembrane Seams using The Spark Test. [Pratique normalisée pour les essais non destructifs des soudures de géomembranes en utilisant l'essai par l'arc électrique]
22. D 5829-95 Pressurised Air Channel Test for Dual Seamed Geomembranes.[ Essai de pressurisation du canal d'air pour les géomembranes à double soudure.

B. Geosynthetic Research Institute (GRI):

1. GRI GM 9 Cold Weather Seaming of Geomembranes [Soudures de géomembranes par temps froids]
2. GRI GM10 The Stress Crack Resistance of PEHD Geomembrane Sheet [Essai de résistance aux fissures de contrainte des feuilles de géomembranes en PEHD]
3. GRI GM 13 Test Properties, Testing Frequency for High Density Polyethylene (PEHD) Smooth and Textured Geomembranes [Propriétés et fréquence des essais pour les géomembranes lisses et texturées de polyéthylène haute densité]
4. GRI GM 14 Test Frequencies for Destructive Seam Testing [Fréquence d'échantillonnage concernant les essais destructifs des soudures]
5. GRI GM 12 Measurement of the Asperity Height of Textured Geomembranes Using a Depth Gage [Mesure de la hauteur des aspérités des géomembranes texturées en utilisant un Indicateur de profondeur].
6. GRI GM 17 Test Methods, Test Properties and Testing Frequency for Linear Low Density Polyethylene (PEBD) Smooth and Textured Geomembranes [Procédures, Propriétés des essais et Fréquence d'échantillonnage pour les géomembranes en polyéthylène à basse densité linéaire PEBD, lisses et texturées].
7. GRI GM 19 Seam Strength and Related Properties of Thermally Bonded Polyolefin Geomembranes [Force de soudure et propriétés connexes de l'adhésion thermique des géomembranes poly oléfiniques]

**1.03 Documentation à remettre**

- A. Soumettre la documentation selon les dispositions de la section 01300, Documentation à remettre.
- B. Soumettre les items suivants à l'ingénieur ou au propriétaire pour révision et approbation, dans un délai raisonnable, afin d'accélérer l'expédition ou l'installation de la géomembrane :
  1. La documentation des qualifications du fabricant telles que spécifiées à la sous-section 1.04A de la présente section.
  2. Le manuel du programme de contrôle de qualité du fabricant ou la documentation correspondante.
  3. La feuille des spécifications du matériau, incluant au minimum toutes les propriétés mentionnées dans GRI GM13, ainsi que les méthodes d'essai utilisées.
  4. Un échantillon du matériau.

5. La documentation des qualifications de l'installateur telles que spécifiées ci-dessous et dans la sous-section 1.04B de la présente section.
    - a. Soumettre une liste d'au moins dix projets complétés. Pour chaque installation, fournir le nom et le type de projet, sa localisation, la date de l'installation, le nom et le numéro de téléphone du contact du client ou du propriétaire, le type, l'épaisseur ainsi que la superficie de la géomembrane installée.
    - b. Soumettre les curriculum vitae ou les qualifications techniques du contremaître, du maître-soudeur et des techniciens qui seront assignés au projet.
    - c. Le programme de contrôle de la qualité.
  6. Un exemple de la garantie du matériel et de la garantie d'installation de la géomembrane.
- C. Dessin d'atelier
1. Soumettre les copies des dessins d'atelier à l'ingénieur pour approbation dans un délai raisonnable afin de ne pas retarder le début de l'installation de la géomembrane. Les dessins d'atelier doivent montrer la disposition des panneaux proposés en identifiant les soudures et les détails. Les soudures devraient généralement suivre la direction de la pente. Les soudures transversales ou de fin de rouleau ne devraient pas se trouver sur une pente à moins d'être approuvées par le représentant du propriétaire. Si les soudures d'abouts sur une pente sont autorisées, elles devraient être décalées.
  2. Le déploiement de la géomembrane ne sera pas autorisé tant que le représentant du propriétaire n'a pas reçu et approuvé les dessins d'atelier.
- D. Documentation additionnelle à soumettre (en cours à la fin des travaux)
1. Garantie du fabricant (se référer à la sous-section 1.07).
  2. La garantie d'installation de la géomembrane (se référer à la sous-section 1.08).
  3. L'acceptation quotidienne écrite de la surface de l'assise (se référer à la sous-section 3.01.C).
  4. Les procédures de soudage à basse température, s'il y a lieu (se référer à la sous-section 3.03.A).
  5. Les échantillons de soudures de l'essai de calibration (se référer à la sous-section 3.05.A.6).
  6. Les résultats des essais non destructifs des soudures, exécutés sur le terrain (se référer à la sous-section 3.05.B.1).
  7. Les résultats des essais destructifs des soudures, exécutés sur le terrain (se référer à la sous-section 3.05.C.6).
  8. Les rapports journaliers d'installation sur le terrain (se référer à la sous-section 3.05.G).
  9. Les dessins tel que construit, comme expliqué à la sous-section 3.05.

#### **1.04 Contrôle de la qualité**

- A. Qualifications du fabricant : Le fabricant de la géomembrane du type spécifié ou d'un produit similaire doit avoir au moins cinq années d'expérience dans la fabrication d'une telle géomembrane. De plus, le fabricant de la géomembrane doit avoir fabriqué au moins 1 000 000 m<sup>2</sup> (10 000 000 pi<sup>2</sup>) du type de géomembrane spécifié ou d'un produit similaire au cours des cinq dernières années.
- B. Qualification de l'installateur.
  - 1. L'installateur de la géomembrane doit être le fabricant, l'installateur approuvé du fabricant ou un entrepreneur approuvé par le représentant du propriétaire pour installer la géomembrane.
  - 2. L'installateur de la géomembrane doit posséder au moins trois années d'expérience dans l'installation de la géomembrane spécifiée ou d'un produit similaire. L'installateur de la géomembrane doit avoir installé au moins 10 projets impliquant un total de 500 000 m<sup>2</sup> (5 000 000 pi<sup>2</sup>) du type de géomembrane spécifié ou d'un produit similaire au cours des trois dernières années.
  - 3. L'installation doit être effectuée sous la direction d'un superviseur d'installation sur le terrain qui devra être responsable de l'installation de la géomembrane, de la disposition des panneaux, des soudures, du rapiéçage, des essais, des réparations et de toutes autres activités de l'installateur de la géomembrane. Le superviseur de l'installation sur le terrain doit avoir installé ou supervisé l'installation et le soudage d'un minimum de 10 projets impliquant un total de 500 000 m<sup>2</sup> (5 000 000 pi<sup>2</sup>) de géomembrane du type spécifié ou d'un produit similaire.
  - 4. Le soudage doit être effectué sous la direction d'un maître soudeur (qui peut aussi être le superviseur de l'installation sur le terrain ou un contremaître) qui a soudé un minimum de 300 000 m<sup>2</sup> (3 000 000 pi<sup>2</sup>) de géomembrane du type spécifié ou d'un produit similaire, en utilisant le même type d'appareil de soudure utilisé dans le projet actuel. Le superviseur et/ou le maître soudeur doit être présent chaque fois que des soudures sont faites.
  - 5. Les soudures, le rapiéçage et les autres opérations connexes ainsi que les essais doivent être réalisés par des techniciens qualifiés employés par l'installateur de la géomembrane.

#### **1.05 Livraison, entreposage et manutention**

- A. Chaque rouleau de géomembrane livré sur le site doit être étiqueté par le fabricant. L'étiquette doit être solidement fixée et doit clairement indiquer le nom du fabricant, le type de produit, son épaisseur, le numéro du rouleau, ses dimensions et son poids.
- B. La géomembrane doit être protégée contre la boue, la poussière, les perforations, les coupures et toute autre condition dommageable ou nuisible.
- C. Les rouleaux doivent être entreposés loin des zones de circulation intense. Supporter les rouleaux de manière continue et uniforme sur une surface lisse et nivelée.

### **1.06 Conditions du projet**

- A. La géomembrane ne devrait pas être installée s'il y a de l'eau stagnante, pendant des averses, durant de grands vents ou quand la température du matériel est à l'extérieur des limites spécifiées à la section 3.03.

### **1.07 Garantie du matériel**

- A. Tel que convenu entre les différents partis du projet.

### **1.08 Garantie d'installation de la géomembrane**

- A. L'installateur de la géomembrane doit garantir l'installation de la géomembrane contre tout défaut d'installation pour une durée d'un an commençant à la date de l'acceptation finale.

### **1.09 Réunion de pré-construction**

- A. Une réunion de pré-construction doit être tenue sur le site avant l'installation de la géomembrane. À tout le moins, l'installateur de la géomembrane, le propriétaire, le représentant du propriétaire (ingénieur et/ou firme d'assurance qualité du contrat) et l'entrepreneur de terrassement doivent assister à la réunion.
- B. Les sujets de cette réunion doivent inclure :
  1. Santé et sécurité
  2. Définition de la structure d'autorité et de communication. La clarification de toute ambiguïté dans les documents du projet;
  3. Gestion des documents et des rapports ainsi que leur distribution.
  4. Procédures d'emballage, d'entreposage et d'archivage des échantillons.
  5. Revue de l'échéancier du projet, installations et essais;
  6. Revue du plan d'assemblage et du système de numérotation des panneaux et des soudures, incluant les détails de marquage sur la géomembrane;
  7. Procédures et responsabilités concernant la préparation et la remise des plans "Tel que construit" des panneaux et des soudures;
  8. Les limitations dues aux conditions météorologiques. Les procédures d'installation par mauvais temps. Définir les critères d'acceptabilité des assises, de la géomembrane ou des conditions d'humidité relative et de température ambiante pour pouvoir exécuter des travaux d'installation de géomembrane.
  9. Concernant les conditions des assises, définir les responsabilités de l'assèchement, du drainage et pompage, ainsi que le plan d'entretien de ces assises.
  10. Les techniques de déploiement incluant les conditions d'assise admissibles pour la géomembrane.

11. Plan de contrôle de l'expansion/contraction ainsi que le plissement de la géomembrane.
  12. Le recouvrement de la géomembrane et la mise en place du sol de remblayage.
  13. Échéancier des mesure et des paiements.
  14. Responsabilités de chaque parti.
- C. La réunion doit être documentée par une personne désignée au début de la réunion et les procès verbaux doivent être transmis à tous les partis.

## **PARTIE 2 – PRODUITS**

### **2.01 Contrôle de la qualité à la source**

#### **A. Contrôle de la qualité de fabrication**

1. Les méthodes et les fréquences d'essai utilisées par le fabricant pour le contrôle/assurance de la qualité de la membrane mentionnée plus haut avant la livraison, doivent correspondre à la norme GRI GM 13, pour le PEHD, ou le GRI GM 17, pour le PEBD, ou, s'il y a lieu être modifiées, selon les conditions spécifiques du projet.
2. Les certifications de contrôle de qualité du fabricant de la géomembrane, incluant les résultats des essais de contrôle de qualité des produits, tel que spécifié à la sous-section 2.01.A.3 de la présente section, doivent être fournies au représentant du propriétaire afin de s'assurer que les matériaux fournis pour le projet sont conformes à toutes les spécifications du produit et/ou du projet dans cette section. La certification doit être signée par une partie responsable employée par le fabricant, par exemple le directeur AQ/CQ, le directeur de production ou le directeur des services techniques. Les certifications doivent inclure les numéros de lot et de rouleau et les données d'expédition correspondantes.
3. Le fabricant fournira la certification que la géomembrane et le cordon d'extrusion fournis pour le projet sont fabriqués avec le même type de résine et sont compatibles.

### **2.02 Géomembrane**

- A. La géomembrane doit être constituée de produits neufs de première qualité conçus et fabriqués spécifiquement pour cet ouvrage; cela devra avoir été démontré de manière satisfaisante par des essais préalables comme étant durable et approprié pour de tels usages. Les rouleaux de géomembranes doivent être sans soudure, fabriqués de polyéthylène haute densité (PEHD – densité  $\geq 0,94$  g/cm<sup>3</sup>) ou (PEBD – densité  $\leq 0.939$  g/cm<sup>3</sup>), ne contenant aucun plastifiant, aucun agent de remplissage ni aucun autre additif ou diluant. Ils doivent de plus être sans aucun trous, cloques ou contaminants, et garantis sans fuite à 100 % par des essais à l'arc électrique ou l'équivalent. La géomembrane doit être fournie sous forme d'une feuille continue sans aucune soudure effectuée à l'usine dans les rouleaux. La géomembrane devra rencontrer les exigences des propriétés indiquées au tableau A (GRI GM 13) ou le tableau B (GRI GM 17)

- B. Les essais de conformité des matériaux entrepris par le représentant du propriétaire, si requis, seront effectués à partir d'échantillons pris à l'usine, ou tel que spécifié dans le devis du projet.
- C. Les soudures de la géomembrane doivent rencontrer les exigences des propriétés indiquées au tableau 2 (Annexe B) ou tel que requis par le devis du projet.

## **PARTIE 3 – EXÉCUTION**

### **3.01 Préparation de l'assise**

- A. L'assise de la géomembrane doit être préparé conformément au devis du projet. Elle doit être uniforme et libre de tout objet pointu ou anguleux qui pourrait endommager la géomembrane et ceci avant l'installation de cette dernière.
- B. L'installateur de la géomembrane et le représentant du propriétaire doivent inspecter la surface de l'assise à recouvrir, à chaque journée d'opération, avant le déploiement de la géomembrane, afin de s'assurer qu'elle est appropriée.
- C. L'installateur de la géomembrane et le représentant du propriétaire doivent fournir une acceptation écrite quotidienne de la surface à recouvrir par la géomembrane durant l'opération de cette journée. Durant l'installation de la géomembrane, la surface doit être maintenue de manière à s'assurer que l'assise est adéquate.
- D. Toute assise endommagé par l'équipement de construction, et jugé non approprié pour l'installation de la géomembrane, doit être réparée avant le déploiement de la géomembrane. Toutes les réparations doivent être approuvées par le représentant du propriétaire et l'installateur de la géomembrane. Ces dommages, ces réparations et les responsabilités de l'entrepreneur et de l'installateur de la géomembrane doivent être définis lors de la réunion de pré construction.

### **3.02 Déploiement de la géomembrane**

- A. Aucune géomembrane ne doit être installée sans que les certifications applicables et les certificats de contrôle de qualité énumérés à la sous-section 1.03 de la présente section soient soumis au représentant du propriétaire et approuvés par lui en dedans des délais spécifiés dans le contrat. Si la géomembrane ne rencontre pas les spécifications du devis du projet, elle doit être retirée de la zone de travail.
- B. La géomembrane doit être installée jusqu'aux limites indiquées sur les plans du projet et essentiellement selon les dessins d'atelier approuvés.
- C. Aucun matériel de géomembrane ne doit être déroulé et installé si les températures du matériel sont inférieures à 0 °C (32 °F) à moins d'avoir l'approbation du représentant du propriétaire. La température minimale spécifiée pour l'installation du matériel peut être ajustée par le représentant du propriétaire en fonction des recommandations du fabricant. Les limites de température devraient être définies lors de la réunion de pré-construction. Normalement, seule la quantité de géomembrane qui peut être ancrée et soudée dans une même journée doit être mise en place.
- D. Aucune circulation de véhicule autre qu'un véhicule tout-terrain à faible pression au sol approuvé ou l'équivalent, ne doit passer sur la géomembrane.

- E. Des sacs de sable ou un ballast équivalent doivent être utilisés, s'il y a lieu, pour maintenir temporairement la géomembrane en place lors de conditions venteuses prévisibles et raisonnables. Le matériel composant le sac de sable doit être tissé suffisamment serré pour empêcher les particules fines de passer à travers les sacs et de tomber sur la géomembrane.
- F. Le déploiement de la géomembrane ne doit pas être effectué si l'humidité empêche une bonne préparation de l'assise, la mise en place ou la soudure des panneaux. Les limites d'humidité devraient être définies lors de la réunion de pré-construction.
- G. Les feuilles ou parties de feuilles endommagées qui ont été rejetées doivent être marquées et leur retrait de la zone de travail, documenté
- H. La géomembrane ne doit pas « faire le pont » par dessus des vides ou des zones basses dans le sol de l'assise. La géomembrane devrait pouvoir demeurer en contact intime avec le sol de fondation.
- I. Les plis causés par le déploiement des feuilles ou l'expansion thermique devraient être minimisés conformément à la section 1.09 B11.
- J. Points à considérer concernant la géométrie du site : En règle générale, les soudures doivent être orientées parallèlement à la ligne de pente maximale. Dans les coins et les endroits à géométrie irrégulière, la longueur totale des soudures exécutées sur le chantier doit être minimisée. Les soudures ne doivent pas être situées aux points bas de l'assise à moins que la géométrie ne requière des soudures à de tels endroits et qu'elles soient approuvées par le représentant du propriétaire.
- K. Chevauchement : Les panneaux doivent se chevaucher, avant d'exécuter la soudure, suffisamment pour avoir une bonne soudure et permette la réalisation des essais. En aucun cas ce chevauchement ne devrait être inférieur à 75 mm (3 po).

### **3.03 Procédure de soudage**

- A. Les installations par temps froid doivent être faites suivant les directives de GRI GM 9.
- B. Aucune géomembrane ne doit être soudée lorsque la température de la feuille est inférieure à 0 °C (32 °F) à moins que les conditions suivantes soient respectées :
  1. Le soudage de la géomembrane à des températures de matériel sous 0°C (32°F) est permis, si l'installateur de la géomembrane peut démontrer au représentant du propriétaire, en utilisant des soudures de pré-qualification, que les soudures exécutées sur le terrain sont conformes au devis du projet, que la sécurité de l'équipe est assurée et que la réalisation des détails est possible (c.-à-d. manchons, pénétrations réparations, etc.) à des températures sous le point de congélation.
  2. L'installateur de la géomembrane doit soumettre au représentant du propriétaire pour son approbation les procédures détaillées de soudage à basse température, incluant possiblement les points suivants :
    - i. Le pré chauffage de la géomembrane
    - ii. Pourvoir une tente ou un autre dispositif, s'il y a lieu, pour prévenir les pertes de chaleur lors du soudage et les pertes de chaleur rapides après le soudage.

- iii. Le nombre de soudures d'essai pour déterminer les paramètres de soudage appropriés.
- C. Aucune géomembrane ne doit être soudée lorsque la température de la feuille est supérieure à 75 °C (170 °F) tel que mesurée par un thermomètre infrarouge ou un thermocouple de surface à moins d'être approuvé par le représentant du propriétaire. Cette approbation sera fondée sur les recommandations du fabricant et une démonstration sur le chantier par l'installateur de la géomembrane à l'aide des soudures d'essai de pré qualification afin de démontrer que les soudures sont conformes à ce devis.
- D. Le soudage doit principalement être effectué en utilisant de l'équipement et des techniques de soudage automatique par fusion. Le soudage par extrusion doit être utilisé lorsque le soudage par fusion n'est pas possible, comme dans le cas de pénétrations de tuyaux, de rapiècements, de réparations et de courtes soudures (plus courtes que la largeur du rouleau).
- E. Les grands plis ou les rides excessifs sur les chevauchements de la soudure, doivent être minimisés et, si nécessaire, découpés le long de l'arête des plis jusque dans la feuille afin de réaliser un chevauchement plat. La coupe doit être terminée en un chemin de clé (nominal 10 mm [1/2 po] de diamètre) afin de minimiser la propagation des fissures/déchirures. Le recouvrement doit être soudé par après. La coupe en chemin de clé devra être rapiécée par une rustine ovale ou ronde du même matériel de base de la géomembrane qui doit s'étendre au moins 150 mm (6 po) au delà de la coupe, et ce, dans toutes les directions.

### **3.04 Système de scellement lors de la pénétration de tuyaux et de structures**

- A. Fournir un système de scellement des pénétrations tel qu'indiqué dans les plan du projet.
- B. Les pénétrations doivent être construites à l'aide du matériel de base de la géomembrane, des morceaux plats, des gaines de tuyaux préfabriquées et des accessoires tel qu'indiqués sur les plans. L'assemblage préfabriqué ou fabriqué sur le chantier doit être soudé au chantier à la géomembrane tel qu'indiqué sur les plans de manière à prévenir les fuites. Cet assemblage doit être testé tel que souligné à la section 3.05.B. Aussi, lorsque des essais non destructifs sur le chantier ne peuvent être effectués, les accessoires seront soumis à l'essai par arc électrique sur le chantier en utilisant des balais électriques standards pour détecter les fuites conformément à la norme ASTM 6365. L'essai par l'arc électrique devrait être fait dans les zones où l'essai à pression d'air et l'essai par la boîte à vide ne sont pas possibles.
  - a. L'équipement d'essai à l'arc électrique doit comprendre, mais sans s'y limiter : un balai électrique à main et une tige conductrice qui génère une tension élevée.
  - b. Les essais doivent être effectués par l'installateur de la géomembrane en plaçant un ruban ou un fil conducteur sous la soudure avant de souder. Un essai de soudure contenant un segment non soudé doit être soumis à un étalonnage pour s'assurer qu'un tel défaut (segment non soudé) soit identifié selon les réglages de la machine et les procédures prévus. Lorsque la soudure est complétée, mettre en marche le balai électrique et le tenir à environ 25 mm (1 po) au dessus de la soudure, en se déplaçant lentement sur toute la longueur de la soudure conformément à la norme ASTM 6365. S'il n'y a pas d'étincelles, la soudure est considérée être à l'épreuve des fuites.
  - c. Une étincelle indique qu'il y a un trou dans la soudure. La zone défectueuse doit être localisée, réparée et testée de nouveau par l'installateur de la géomembrane.

- d. Une grande prudence doit être observée si des gaz inflammables sont présents dans la zone à être testée.

### **3.05 Contrôle de la qualité sur le chantier**

Le représentant du propriétaire doit être avisé avant toutes les soudures et essais de calibration et production, ou tel que convenu dans la réunion pré-construction.

#### **A. Soudures pour les essais de calibration**

1. Des soudures d'essai doivent être préparées et testées par l'installateur de la géomembrane afin de s'assurer que les paramètres de soudure (vitesse, température et pression de l'équipement de soudage) sont adéquats.
2. Des soudures d'essai doivent être effectuées par chaque technicien soudeur et testée conformément à la norme ASTM D 4437 au début de chaque période de soudage. Les soudures d'essai doivent être effectuées sous les mêmes conditions et avec le même équipement et le même opérateur que lors de la soudure de production. La soudure d'essai doit mesurer approximativement 3,3 mètres (10 pi) de long pour la soudure par fusion et 1 mètre (3,3 pi) de long pour la soudure par extrusion avec la soudure centrée sur la longueur. À tout le moins, des soudures d'essai devraient être réalisées par chaque technicien 1 fois à toutes les 4 à 6 heures. Des essais additionnels pourraient être requis selon les changements climatiques.
3. Deux échantillons de 25 mm (1 po) de large doivent être découpés par l'installateur de la géomembrane à chaque extrémité de la soudure d'essai. Ces échantillons doivent être testés par l'installateur de la géomembrane à l'aide d'un tensiomètre de chantier sur les deux pistes de soudure pour la résistance au pelage et au cisaillement. Chaque échantillon doit briser dans le matériel parent, et non dans la soudure, « Défaillance : Film Tear Bond ». Un décollement de la soudure égale ou supérieure à 25 % de la largeur d'une piste doit être considéré comme un essai échoué.
4. La résistance minimale acceptable à obtenir pour tous les échantillons soudés est indiquée à la sous-section 3.05.C.4 de la présente section. Les quatre échantillons de soudure doivent réussir l'essai pour que la soudure soit acceptée.
5. Si un essai de soudure échoue, un essai de soudure supplémentaire doit être effectué immédiatement. Si l'essai supplémentaire échoue également, l'appareil de soudage doit être rejeté et ne pas être utilisé pour la soudure de production tant que les défauts ne sont pas corrigés et qu'un essai de soudure ne soit réussi.
6. Un échantillon de chaque soudure d'essai doit être étiqueté. L'étiquette doit indiquer la date, la température de la géomembrane, le numéro de l'appareil de soudage, le nom du technicien ayant réalisé la soudure d'essai ainsi que la mention réussi ou échoué. L'échantillon doit ensuite être donné au représentant du propriétaire afin d'être archivé.

#### **B. Essai non destructif de soudure sur le chantier**

1. Toutes les soudures exécutées sur le chantier doivent être testées de manière non destructive par l'installateur de la géomembrane sur toute la longueur de la soudure avant que les soudures ne soient recouvertes. Chaque soudure doit être numérotée ou désignée d'une autre manière. L'emplacement, la date, le numéro de l'appareil de test, le nom du technicien et le résultat de tous les essais non destructifs doivent être enregistrés et soumis au représentant du propriétaire.

2. Les essais devraient être effectués durant l'avancement des travaux de soudure, et non pas à la fin, à moins d'avoir convenu différemment avec le représentant du propriétaire. Tous les défauts trouvés lors des essais doivent être numérotés et marqués immédiatement après avoir été détectés. Tous les défauts trouvés devraient être réparés, testés de nouveau et marqués afin d'indiquer qu'une réparation satisfaisante a été réalisée.
3. Des essais non destructifs doivent être effectués à l'aide d'une boîte à vide, par pressurisation ou à l'aide d'un équipement d'essai par arc électrique.
4. Les essais non destructifs doivent être effectués par des techniciens qualifiés qui connaissent bien les méthodes d'essai spécifiées. L'installateur de la géomembrane doit démontrer au représentant du propriétaire toutes les méthodes d'essai visant à vérifier que les procédures d'essai sont valides.
5. Les soudures par extrusion doivent être testées à la boîte à vide par l'installateur de la géomembrane conformément aux normes ASTM D 4437 et ASTM D 5641 avec les équipements et les procédures suivants :
  - a. Les équipements d'essai des soudures par extrusion doivent comprendre, mais sans s'y limiter : une boîte à vide composée d'une enceinte rigide, d'une fenêtre d'observation transparente, d'un joint d'étanchéité en caoutchouc mou fixé à la base, d'un orifice ou d'une soupape ainsi que d'un manomètre, d'une pompe à vide munie d'un régulateur de pression et de branchements pour les tuyaux; d'un boyau de caoutchouc de pression/vacuum avec les adaptateurs et les connecteurs nécessaires; une chaudière en plastique; un large pinceau ou une vadrouille et une solution savonneuse.
  - b. La pompe à vide doit être mise en marche et la pression dans le réservoir ajustée à environ -35 kPa (-5 psi).
  - c. L'installateur de la géomembrane doit créer un joint étanche entre le joint d'étanchéité et la géomembrane en mouillant une bande de géomembrane d'environ 0,3 m (12 po) de large par 1,2 m (48 po) de long, (longueur et largeur de la boîte) avec une solution savonneuse, en plaçant la boîte au dessus de la zone mouillée, puis en pressant la boîte contre la géomembrane. L'installateur de la géomembrane doit ensuite fermer la soupape de purge, ouvrir la soupape de vide, maintenir une pression initiale d'environ 35 kPa (5 psi) pendant environ 5 secondes. La géomembrane doit être examinée continuellement à travers la fenêtre d'observation pour détecter des bulles de savon, indiquant qu'il y a une fuite. Si aucune bulle n'apparaît après 5 secondes, la zone doit être considérée comme étant libre de toute fuite. La boîte doit être dépressurisée et déplacée au dessus de la prochaine zone adjacente avec un recouvrement adéquat, et le processus est répété.
  - d. Toutes les zones dans lesquelles apparaissent des bulles de savon doivent être marquées, réparées et testées de nouveau.
  - e. Aux endroits, où les soudures ne peuvent être testées de manière non destructive, tels que les pénétrations de tuyaux, il faudrait y substituer un essai non destructif, à l'arc électrique (tel que souligné à la section 3.04.B). ou équivalent
  - f. Toutes les soudures testées par la boîte à vide doivent être marquées de la date de l'essai, du nom du technicien ayant effectué l'essai, ainsi que des résultats de l'essai.

6. Les soudures doubles par fusion avec un canal d'air entre elles doivent être testées sous pression par l'installateur de la géomembrane conformément aux normes ASTM D 5280 et ASTM D 4437 en utilisant les équipements et les procédures suivants :
  - a. L'équipement pour tester les soudures doubles par fusion doit comprendre, mais sans s'y limiter : une pompe à air munie d'un indicateur de pression et pouvant générer et soutenir une pression de 210 kPa (30 psi), montée sur un coussin afin de protéger la géomembrane, ainsi qu'un manomètre muni d'une aiguille creuse et effilée ou un autre dispositif d'induction d'air.
  - b. Les essais doivent être réalisés par l'installateur de la géomembrane. Les deux extrémités de la soudure à testées doivent être scellées et une aiguille, ou un autre dispositif d'induction d'air, doit être insérée dans le canal créé entre les deux soudures. La pompe à air doit être ajustée à une pression de 210 kPa (30 psi) et la soupape fermée. Accorder deux minutes pour que l'air injecté s'équilibre dans le canal puis maintenir la pression pendant 5 minutes. Si la perte de pression n'excède pas 28 kPa (4 psi) après la période de cinq minutes, la soudure sera considérée comme étant étanche. Relâcher la pression à l'extrémité opposée, vérifiant la chute de pression sur l'aiguille afin de s'assurer que toute la soudure est vérifiée. L'aiguille, ou un autre dispositif d'induction d'air, doit être retirée et le trou d'induction scellé.
  - c. Si la perte de pression excède 28 kPa (4 psi) durant la période d'essai ou si la pression ne se stabilise pas, la zone défectueuse doit être localisée, réparée et testée de nouveau par l'installateur de la géomembrane.
  - d. Les résultats de l'essai de pression doivent être enregistrés sur la géomembrane à l'endroit de la soudure testée et dans un registre des essais de pression.

#### C. Essais destructifs des soudures sur le chantier

1. Un échantillon destructif doit être pris à chaque 150 mètres linéaires (500 pieds linéaires) de longueur de soudure ou à une autre longueur prédéterminée conformément à la norme GRI GM 14, et ce, par l'installateur de la géomembrane à un endroit spécifié par le représentant du propriétaire. L'installateur de la géomembrane ne doit pas être informé à l'avance de l'emplacement de l'échantillon. Afin d'obtenir des résultats d'essai avant la fin de l'installation de la géomembrane, les échantillons doivent être découpés par l'installateur de la géomembrane tel que dicté par le représentant du propriétaire au fur et à mesure de la progression de l'installation.
2. Tous les échantillons de chantier doivent être marqués de leur numéro d'échantillon et du numéro de soudure. Le numéro d'échantillon, la date, l'heure, l'endroit et le numéro de soudure doivent être enregistrés. L'installateur de la géomembrane doit réparer tous les trous dans la géomembrane provenant de la collecte des échantillons de soudure. Tous les rapiècements doivent être testés à la boîte à vide ou par l'essai à l'arc électrique. Si un rapiècement ne peut être installé de manière permanente à l'endroit de l'essai le même jour que la collecte de l'échantillon, un rapiècement temporaire doit être soudé par points ou soudé à l'air chaud au-dessus de l'ouverture jusqu'à ce qu'un rapiècement permanent puisse être installé.
3. La dimension de l'échantillon destructif doit être de 300 mm (12 po) de largeur par 1 m (36 po) de long avec la soudure centrée sur toute la longueur. L'échantillon doit être découpé en trois sections égales et distribué comme suit : une section est remise au représentant du propriétaire pour les archives, une section est donnée au représentant du propriétaire pour essai en laboratoire tel que spécifié au paragraphe 5 ci-dessous et

une section est conservée par l'installateur de la géomembrane pour essai sur le chantier tel que spécifié au paragraphe 4 ci-dessous.

4. L'installateur de la géomembrane doit découper 10 spécimens identiques de 25 mm (1 po) de largeur à partir de son échantillon. L'installateur de la géomembrane doit tester cinq spécimens pour la résistance au cisaillement et cinq pour les essais de résistance au pelage. Les essais de résistance au pelage seront effectués sur les traces de soudure internes et externes. Pour être acceptables, quatre des cinq spécimens doivent réussir les critères énumérés à la section 2.02 avec une séparation inférieure à 25 %. Si quatre des cinq spécimens réussissent l'essai, l'échantillon se qualifie pour l'essai en laboratoire, s'il est requis.
5. Si des essais indépendants sur les soudures sont requis par le devis, ils devront être effectués conformément aux normes ASTM 5820, ASTM D 4437 ou GRI GM 6.
6. Les rapports sur les résultats des examens et des essais doivent être rédigés et soumis au représentant du propriétaire.
7. Quant aux soudures sur le chantier, si un essai en laboratoire échoue, cela est considéré comme un indicateur d'une soudure inadéquate possible sur toute la longueur de la soudure correspondant à l'échantillon testé. Des portions additionnelles pour essais destructifs doivent être prises par l'installateur de la géomembrane aux endroits indiqués par l'ingénieur, normalement 3 m (10 pi) de chaque côté de l'échantillon ayant échoué l'essai et des essais en laboratoire sur les soudures doivent être effectués. Des essais réussis seront un indicateur de soudures adéquates. Des essais échoués seront considérés comme un indicateur de soudures non adéquates et toutes les soudures dans l'emplacement de l'essai destructif doivent être réparées par la pose d'un empîchement soudé par extrusion sur tous les côtés de la zone rapiécée. Toutes les soudures par extrusion effectuées doivent être soumises à des essais non destructifs par boîte à vide jusqu'à ce que les soudures soient jugées adéquates. Les soudures avec un empîchement de plus de 50 m (150 pi) de longueur doivent subir des essais destructifs.

#### D. Identification des défauts

1. Les panneaux et les soudures doivent être inspectées par l'installateur et le représentant du propriétaire durant et après le déploiement des panneaux afin d'identifier tout défaut, incluant des trous, des cloques, des matières premières mal réparties et des signes de contamination par un corps étranger.

#### E. Évaluation des défauts : Chaque emplacement suspect de la géomembrane (soudée ou pas) doit subir des essais non destructifs à l'aide d'une des méthodes décrites à la section 3.05.B. Chaque emplacement qui échoue un essai non destructif doit être marqué, numéroté, mesuré et affiché sur les dessins « d'installation » quotidiens, puis éventuellement réparés.

1. Si un essai destructif échoue l'essai de chantier ou de laboratoire, l'installateur de la géomembrane doit réparer la soudure entre les deux emplacements les plus près ayant réussi les essais des deux côtés de l'emplacement de l'échantillon ayant échoué l'essai destructif.
2. Des soudures défectueuses, des déchirures ou des trous doivent être réparés en reprenant les soudures ou en appliquant une pièce soudée par extrusion.
3. La reprise des soudures peut être réalisée :

- a. En retirant la zone de soudure défectueuse et en refaisant la soudure du matériel parent, en utilisant l'équipement de soudage original; ou
  - b. En soudant, par extrusion, le long du chevauchement sur l'arête externe produite lors de la soudure par fusion.
4. Les cloques, les grands trous et la contamination par des corps étrangers doivent être réparés par des rapiècements et/ou des dépôts d'extrusion, s'il y a lieu. Chaque rapiècement doit s'étendre sur au moins 150 mm (6 po) au-delà de chaque extrémité des défauts.
  5. Toutes les réparations doivent être mesurées, localisées et enregistrées.
- F. Vérification des soudures sur les réparations: Chaque réparation doit être soumise à un essai non destructif comme la boîte à vide ou la méthode d'essai par arc électrique. Les essais qui passent l'essai non destructif doivent être considérés comme indiquant une réparation réussie. Des essais échoués doivent être soudés et testés de nouveau jusqu'à la réussite des essais. Le numéro, la date, l'emplacement, le nom du technicien et le résultat de l'essai de chaque rapiècement doivent être enregistrés.
- G. Rapports journaliers d'installation sur le chantier : Au début de chaque jour d'ouvrage, l'installateur doit fournir à l'ingénieur un rapport journalier pour tout le travail accompli le jour précédent. Les rapports doivent inclure l'information suivante :
1. Quantité totale et emplacement de la géomembrane installée;
  2. Longueur totale et emplacement des soudures réalisées, le nom des techniciens ayant réalisé les soudures ainsi que les numéros des unités de soudage;
  3. Les dessins de la géomembrane installée la veille montrant les numéros des panneaux, les numéros de soudure et les emplacements des essais destructifs et non destructifs;
  4. Les résultats des soudures lors des essais de calibration;
  5. Les résultats des essais non destructifs; et
  6. Les résultats des essais de la boîte à vide sur les réparations.
- H. Les résultats des essais destructifs doivent être rapportés avant de couvrir la géomembrane ou dans les 48 heures.

### **3.06 Acceptation de la géomembrane**

- A. La géomembrane sera acceptée par le représentant du propriétaire lorsque :
1. La totalité de l'installation est complétée, ou, si convenu, lorsqu'une sous-section de l'installation est complétée;
  2. Toute la documentation de CQ de l'installateur est complétée et soumise au propriétaire;
  3. La vérification de la conformité de toutes les soudures et les réparations réalisées sur le chantier et tous les essais sur la géomembrane sont complétés.

### **3.07 Tranchée d'ancrage**

- A. Construire tel que spécifié sur les plan du projet.

### **3.08 Élimination des matériaux de rebut**

- A. Une fois l'installation complétée, l'installateur de la géomembrane doit éliminer tous les déchets et les matériaux de rebut dans un endroit approuvé par le propriétaire, retirer l'équipement utilisé pour le travail actuel et doit laisser les lieux dans une propreté acceptable. Aucun matériau de rebut ne doit demeurer sur la surface de la géomembrane.

## **PARTIE 4 – MESURE ET PAIEMENT**

**Selon le devis du projet.**

## PARTIE 5 – SPECIFICATION DU GRI GM 13

« La présente section inclue la norme GRI GM 13, la spécification du fabricant ou une révision de la norme GRI GM 13 spécifique aux exigences et/ou aux normes unique du projet, tel que déterminé par le propriétaire, ou le représentant du propriétaire. »

### Annexe A

Tableau 1(a)- Résistances et propriétés des soudures thermiques des géomembranes **PEBD** lisse et texturées (**unités Impériales**)

Géomembrane Épaisseur nominale	20 mils	30 mils	40 mils	50 mils	60 mils	80 mils	100 mils	120 mils
<b>Soudure par fusion à chaud<sup>(1)</sup></b>								
Résistance au cisaillement <sup>(2)</sup> , lb/in	30	45	60	75	90	120	150	180
% d'élongation au cisaillement <sup>(3)</sup>	50	50	50	50	50	50	50	50
Résistance au pelage <sup>(2)</sup> , lb/in	25	38	50	63	75	100	125	150
% de séparation au pelage	25	25	25	25	25	25	25	25
<b>Soudure par cordon d'extrusion<sup>(1)</sup></b>								
Résistance au cisaillement <sup>(2)</sup> , lb/in	30	45	60	75	90	120	150	180
% d'élongation au cisaillement <sup>(3)</sup>	50	50	50	50	50	50	50	50
Résistance au pelage <sup>(2)</sup> , lb/in	25	34	44	57	66	88	114	136
% de séparation au pelage	25	25	25	25	25	25	25	25

Tableau 1(b)- Résistances et propriétés des soudures thermiques des géomembranes **PEBD** lisse et texturées (**unités Métriques**)

Géomembrane Épaisseur nominale	0,50 mm	0,75 mm	1,0 mm	1,25 mm	1,5 mm	2,0 mm	2,5 mm	3,0 mm
<b>Soudure par fusion à chaud<sup>(1)</sup></b>								
Résistance au cisaillement <sup>(2)</sup> , N/25mm	131	197	263	328	394	525	657	788
% d'élongation au cisaillement <sup>(3)</sup>	50	50	50	50	50	50	50	50
Résistance au pelage <sup>(2)</sup> , N/25mm	109	166	219	276	328	438	547	657
% de séparation au pelage	25	25	25	25	25	25	25	25
<b>Soudure par cordon d'extrusion<sup>(1)</sup></b>								
Résistance au cisaillement <sup>(2)</sup> , N/25mm	131	197	263	328	394	525	657	788
% d'élongation au cisaillement <sup>(3)</sup>	50	50	50	50	50	50	50	50
Résistance au pelage <sup>(2)</sup> , N/25mm	95	150	190	250	290	385	500	595
% de séparation au pelage	25	25	25	25	25	25	25	25

Notes pour les tableau 1-a et 1-b :

1. Applicable aussi pour les méthodes de soudage à l'air et à l'ultrason.
2. Les valeurs listées pour les résistances au cisaillement et au pelage sont pour 4 spécimens de test sur 5; le cinquième spécimen peut-être de 80% inférieur à ces valeurs.
3. Les mesures d'élongation devront être omises lors d'essais de chantier.

Tableau 2(a)- Résistances et propriétés des soudures thermiques des géomembranes PEHD lisse et texturées (unités Impériales)

Géomembrane Épaisseur nominale	30 mils	40 mils	50 mils	60 mils	80 mils	100 mils	120 mils
<b>Soudure par fusion à chaud<sup>(1)</sup></b>							
Résistance au cisaillement <sup>(2)</sup> , lb/in	57	80	100	120	160	200	240
% d'élongation au cisaillement <sup>(3)</sup>	50	50	50	50	50	50	50
Résistance au pelage <sup>(2)</sup> , lb/in	45	60	76	91	121	151	181
% de séparation au pelage	25	25	25	25	25	25	25
<b>Soudure par cordon d'extrusion<sup>(1)</sup></b>							
Résistance au cisaillement <sup>(2)</sup> , lb/in	57	80	100	120	160	200	240
% d'élongation au cisaillement <sup>(3)</sup>	50	50	50	50	50	50	50
Résistance au pelage <sup>(2)</sup> , lb/in	39	52	65	78	104	130	156
% de séparation au pelage	25	25	25	25	25	25	25

Tableau 2(b)- Résistances et propriétés des soudures thermiques des géomembranes PEHD lisse et texturées (unités Métriques)

Géomembrane Épaisseur nominale	0,75 mm	1,0 mm	1,25 mm	1,5 mm	2,0 mm	2,5 mm	3,0 mm
<b>Soudure par fusion à chaud<sup>(1)</sup></b>							
Résistance au cisaillement <sup>(2)</sup> , N/25mm	250	350	438	525	701	876	1050
% d'élongation au cisaillement <sup>(3)</sup>	50	50	50	50	50	50	50
Résistance au pelage <sup>(2)</sup> , N/25mm	197	263	333	398	530	661	793
% de séparation au pelage	25	25	25	25	25	25	25
<b>Soudure par cordon d'extrusion<sup>(1)</sup></b>							
Résistance au cisaillement <sup>(2)</sup> , N/25mm	250	350	438	525	701	876	1050
% d'élongation au cisaillement <sup>(3)</sup>	50	50	50	50	50	50	50
Résistance au pelage <sup>(2)</sup> , N/25mm	170	225	285	340	455	570	680
% de séparation au pelage	25	25	25	25	25	25	25

Notes pour les tableau 2-a et 2-b :

1. Applicable aussi pour les méthodes de soudage à l'air et à l'ultrason.
2. Les valeurs listées pour les résistances au cisaillement et au pelage sont pour 4 spécimens de test sur 5; le cinquième spécimen peut-être de 80% inférieur à ces valeurs.
3. Les mesures d'élongation devront être omises lors d'essais de chantier.