

---

## ANNEXE A – Bibliographie

## Annexe A – Bibliographie

- ANDRÉ SIMARD & ASSOCIÉS Itée, *Étude de dispersion atmosphériques – Aménagement de Centre de Valorisation Environnemental des Résidus (CVER) de Sainte-Sophie*, novembre 2002.
- BONAPARTE R., GIROUD J.P., GROSS B.A., *Rates of Leakage Through Landfill Liners*, Geosynthetics Conference, San Diego, USA, 1989.
- GIROUD J.P., ZORNBERG J.G., AND ZHAO A. *Hydraulic Design of Liquid Collection Layers*, Geosynthetics International, vol. 7, N<sup>os</sup> 4-6, 2000.
- GOLDER ASSOCIÉS, *Étude hydrogéologique - Agrandissement projeté du lieu d'enfouissement technique de Sainte-Sophie*, version préliminaire, octobre 2002.
- GOLDER ASSOCIÉS, *Étude géotechnique - Agrandissement projeté du lieu d'enfouissement technique de Sainte-Sophie*, version préliminaire, octobre 2002.
- KILMER K.M, AND TUSTIN J.H., *Rapid Landfill Stabilization and Improvements in Leachate Quality by Leachate Recirculation*, Proceeding SWANA 4<sup>th</sup> Annual Landfill Symposium, Denver, CO, 1999.
- MAIER, THOMAS, *Analysis Procedures for Design of Leachate Recirculation Systems*, SWANA Proceeding, 3<sup>th</sup> Annual Landfill Symposium, June 22-24, 1998.
- PACEY JOHN, *Anternation Solid Waste Exposition Proceeding*, Swanan Wastecon, 37<sup>th</sup> Annual exposition, 1999.
- REINHART, Debra R. et Timothy G. TOWNSEND. *Landfill Bioreactor Design & Operation*, Lewis Publishers, 1998.
- ROBINSON H.C., AND MORRIS P.J. *The Treatment of Leachate From Domestic Waste in Landfill Sites*, Journal of Water Pollution Control Federation, n°57 (1),: 30, 1985.
- SOLINOV, *Implantation d'activités de compostage de résidus verts au site de Sainte-Sophie*, version préliminaire, août 2002.
- TERZAGHI and PECK, *Soil Mechanics in Engineering Practice*, John Wiley & Sons inc., 1967.
- VALERO S. N. et AUSTIN D.N., *Simplified Design Charts for Geomembranes Cushions*, Geosynthetics, 1999.

---

## ANNEXE B – Analyse du géotextile de protection

## Annexe B – Analyse du géotextile de protection

### HAUTEUR DE CONCEPTION

- Poids unitaire du sol au-dessus de la conduite :

$$= (\gamma \text{ déchets} \times h \text{ déchets}) + (\gamma \text{ recouvrement journalier} \times h \text{ recouvrement journalier}) + (\gamma \text{ couvert final} \times h \text{ couvert final})$$

$$\begin{aligned} \gamma \text{ déchets} &= 1000 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,0361 \text{ lbs/po}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h \text{ déchets} &= 10 \text{ couches de 3 mètres} \\ &= 30 \text{ mètres} \\ &= 1181 \text{ pouces} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \gamma \text{ recouvrement journalier} &= 125 \text{ lbs/pi}^3 \\ &= 0,0723 \text{ lbs/po}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h \text{ recouvrement journalier} &= 10 \text{ couches} \times 8 \text{ pouces} \\ &= 80 \text{ pouces} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \gamma \text{ couvert final} &= \gamma \text{ recouvrement journalier} \\ &= 0,0723 \text{ lbs/po}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h \text{ couvert final} &= 0,9 \text{ mètre} \\ &= 35 \text{ pouces} \end{aligned}$$

- Poids unitaire total :

$$= (0,0361) (1181) + (0,0723) (80) + (0,0723) (35)$$

$$= 51 \text{ lbs/po}^2$$

## Annexe B – Analyse du géotextile de protection

Hauteur de conception  $\approx$  108 pieds

### GÉOTEXTILE DE PROTECTION

Référence : « Simplified design charts for Geomembrane Cushions », Valero S. N. et Austin, D.N., Geosynthetics 1999

A) Déterminer la pression admissible sur la géomembrane

$$P'_{\text{permis}} = \left[ 450 \times \frac{M_a}{H^2} \right] \left[ \frac{1}{MF_s \times MF_{pc} \times MF_a} \right] \left[ \frac{1}{FS_{cr} \times FS_{cbd}} \right]$$

où :

$P_{\text{permis}}$  = pression admissible sur la géomembrane (kPa)

450 = valeur empirique

$M_a$  = masse du géotextile requis ( $\text{g/m}^2$ )

H = hauteur effective de l'aspérité (mm)

$MF_s$  = facteur de modification pour la forme de l'aspérité

$MF_{pc}$  = facteur de modification pour la configuration de l'aspérité

$MF_a$  = facteur de modification pour l'effet d'arche du matériel sus-jacent

$FS_{cr}$  = facteur de sécurité pour le fluage du géotextile

$FS_{cbd}$  = facteur de sécurité pour la dégradation chimique et biologique

#### Dans ce cas :

H = 28/2 mm (maximum) = 14 mm

$MF_s$  = 1,0 (pierre angulaire)

## Annexe B – Analyse du géotextile de protection

$$MF_{pc} = 0,5 \text{ (surface uniforme)}$$

$$MF_a = 0,5 \text{ (conditions moyennes)}$$

$$FS_{cr} = 2,08 \text{ (selon charte)}$$

$$FS_{cbd} = 1,2 \text{ (polypropylène)}$$

$$P'_{permis} = \left[ 450 \times \frac{M_a}{14^2} \right] \left[ \frac{1}{1,0 \times 0,5 \times 0,5} \right] \left[ \frac{1}{2,08 \times 1,2} \right]$$

$$P'_{permis} = 3,68 M_a$$

B) Déterminer la pression sur la géomembrane

$$= 51 \text{ psi (51 lbs/po}^2\text{)}$$

$$= 352 \text{ kPa}$$

C) Calculer la masse requise

$$P_{permis} \geq FS_{g \min} \times P_{réel}$$

où :

$P_{permis}$  = pression admissible sur géomembrane exprimée en  $M_a$

$FS_{g \min}$  = facteur de sécurité global

$$= 3,0$$

$$3,68 M_a \geq 3,0 \times 352$$

$$M_a \geq \frac{3 \times 352}{3,68} = 287 \text{ g/m}^2$$

Minimum recommandé : 405 g/m<sup>2</sup>

---

## ANNEXE C – Dimensionnement préliminaire du système de collecte du lixiviat

## ANNEXE C – DIMENSIONNEMENT PRÉLIMINAIRE DU SYSTÈME DE COLLECTE DU LIXIVIAT

1.	ESPACEMENT DES DRAINS .....	1
2.	DISPOSITION DES PHASES D'EXPLOITATION .....	6
3.	DRAINS ET COLLECTEURS DU LIXIVIAT.....	6
3.1	DRAINS PRIMAIRES DES CELLULES .....	6
3.2	DRAINS SECONDAIRES DES CELLULES .....	7
3.3	COLLECTEUR PRINCIPAL PRIMAIRE.....	9
3.4	COLLECTEUR PRINCIPAL SECONDAIRE .....	10

### LISTE DES FIGURES

FIGURE C-1 : DISPOSITION DES DRAINS.....	4
FIGURE C-2 : ABAQUE DE MCENROE (1990).....	5
FIGURE C-3 : DRAIN DE COLLECTEUR DU LIXIVIAT PROPOSÉS.....	11

### LISTE DES ANNEXES

ANNEXE C-1 - Résultats du modèle HELP – .....	12
Cellules ouvertes – 3,0 mètres de matières résiduelles.....	12
Cellules ouvertes – 6,0 mètres de matières résiduelles.....	12

## ANNEXE C – DIMENSIONNEMENT PRÉLIMINAIRE DU SYSTÈME DE COLLECTE DU LIXIVIAT

La présente analyse vise à déterminer le dimensionnement préliminaire des diverses composantes hydrauliques du L.E.T. de Sainte-Sophie. Ces composantes comprennent :

- l'espacement des drains;
- la disposition des phases d'aménagement;
- les drains et collecteurs primaires et secondaires du lixiviat.

Il est à noter que le dimensionnement final de ces diverses composantes sera précisé lors de l'élaboration de la demande de certificat d'autorisation et la préparation des plans et devis de construction et pourra différer des résultats obtenus dans la présente étude si les calculs détaillés le justifient.

### 1. ESPACEMENT DES DRAINS

L'espacement des drains de collecte des phases d'exploitation est fonction du débit de pointe, de la tête maximale de liquide permise sur le fond et de la composition des couches sous-jacentes. Le modèle HELP (Hydrologic Evaluation of Landfill Performance) de l'E.P.A. américain, version 3.05 a été utilisé pour évaluer les débits.

Les calculs ont été réalisés en considérant le profil suivant du haut vers le bas (voir annexe C-1) et ce, sur une période de 5 ans avec aucun ruissellement :

- une couche de recouvrement journalier de 20 cm au-dessus des matières résiduelles composée de sable classe « B »;
- une couche de matières résiduelles de 300 cm d'épaisseur avec une teneur en eau initiale de 29 %;
- une couche de matériel drainant constitué de pierre nette de 50 cm d'épaisseur et ayant une perméabilité de 0,3 cm/s;
- une géomembrane imperméable en PEHD ayant 1,5 mm d'épaisseur, sans défaut.

Le scénario est très conservateur dû à plusieurs facteurs. D'abord, les matières résiduelles ne devraient pas être exposées plus de 1 an sans recevoir d'autres matières sus-jacentes, soit de beaucoup inférieur aux 5 ans utilisés. De plus, les matières résiduelles ne seront pas saturées à leur arrivée, ayant une teneur en eau de l'ordre de 20% soit de beaucoup inférieur au 29% utilisé dans la modélisation. Finalement, la simulation réalisée ne prévoit pas de ruissellement à l'extérieur de la surface des déchets, ce qui n'est pas le cas en réalité.

## ANNEXE C – DIMENSIONNEMENT PRÉLIMINAIRE DU SYSTÈME DE COLLECTE DU LIXIVIAT

Telle qu'elle est exigée dans le projet de « Règlement sur l'élimination des matières résiduelles » (version octobre 2000), la pente du système d'imperméabilisation vers les drains de collecte des cellules est fixée à 2 %, et la hauteur maximale de liquide sur le système d'imperméabilisation est limitée à 300 mm.

La configuration des drains de collecte des phases d'exploitation présente une disposition en « escalier », de sorte que la pente du fond présente la même orientation sur l'ensemble de la phase. La figure C-1 illustre la disposition des drains en « escalier ».

Dans une telle situation, l'abaque développé par McEnroe <sup>(1)</sup> est appliqué pour le calcul de l'espacement des drains. Cet abaque est illustré à la figure C-2. Les calculs se détaillent comme suit :

$$\begin{aligned} R^* &= \frac{R}{K} = \frac{\text{lixiviat produit}}{\text{perméabilité du matériel drainant}} \\ &= \frac{2,79 \text{ cm/jr} \times 1}{0,3 \text{ cm/sec} \times 24 \text{ hres/jr} \times 3600 \text{ sec/hre}} \\ &= 1,1 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

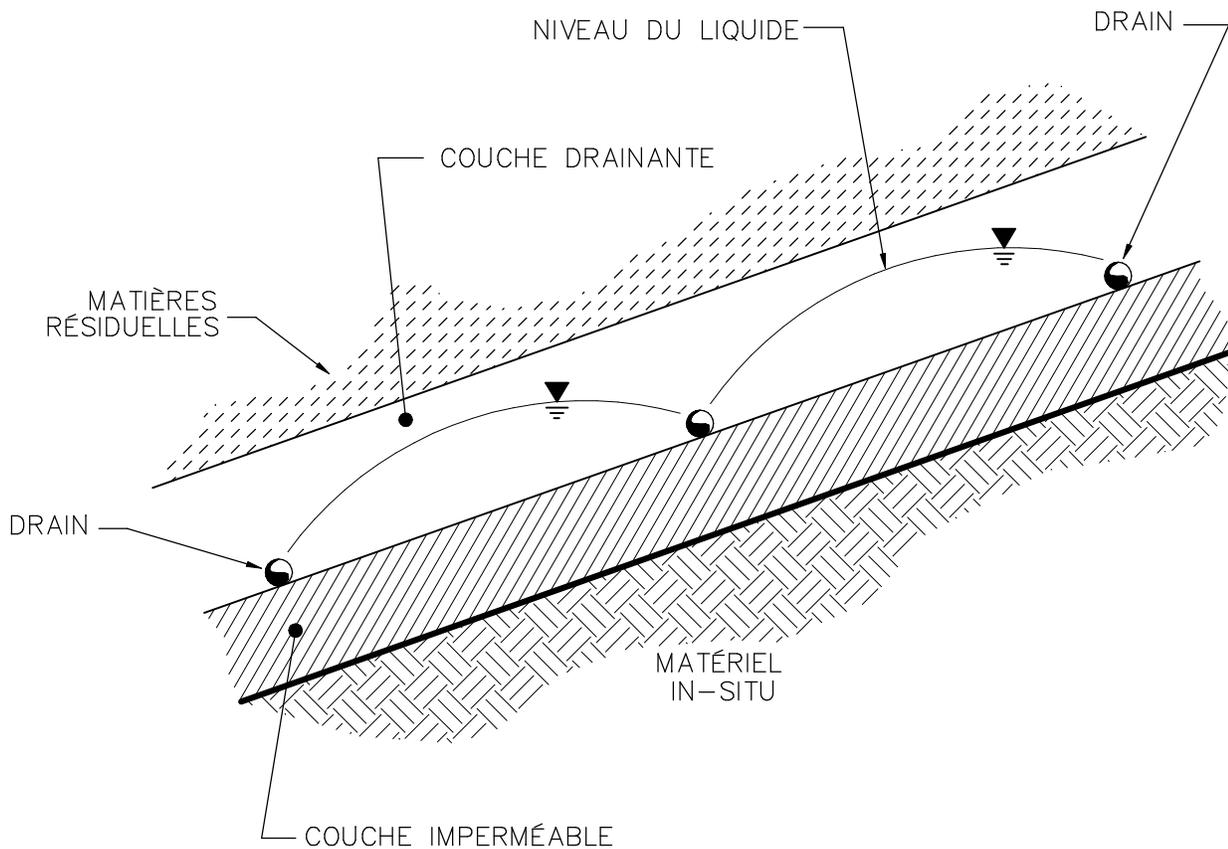
De l'abaque (pour  $S = 0,02$ ) :

$$\begin{aligned} y_{\text{max}}^* &= \frac{y_{\text{max}}}{L} = \frac{\text{hauteur maximale de liquide}}{\text{longueur entre les drains}} \\ &= 3,7 \times 10^{-3} \\ &= \frac{30 \text{ cm}}{L} \\ L &= \frac{30 \text{ cm}}{3,7 \times 10^{-3}} = 8108 \text{ cm} \\ &= 81 \text{ m} \end{aligned}$$

<sup>(1)</sup> McEnroe, B.M 1990, "Steady Drainage of Landfill Covers and Bottom Liners" ASCE Journal of the Environmental Engineering Division. 115 (6) : 1114-1122

## **ANNEXE C – DIMENSIONNEMENT PRÉLIMINAIRE DU SYSTÈME DE COLLECTE DU LIXIVIAT**

Ainsi, l'espacement maximal entre les drains de collecte des cellules permettant de maintenir une hauteur maximale de liquide sur le système d'imperméabilisation de 300 mm est évalué à 81 mètres. Toutefois, l'espacement maximal entre les drains de collecte des cellules a été fixé à 61 mètres afin de répartir le plus uniformément possible l'espacement entre les drains sur l'ensemble du site et que les dimensions des ouvrages du système de collecte soient raisonnables. Un tel espacement assure une hauteur maximale de liquide de 239 mm, ce qui respecte amplement l'exigence de 300 fixée par le projet de Règlement, et ce pour des hypothèses très conservatrices.



Préparé par:

**ASA** André Simard  
et associés

2600, rue Jean-Perrin, bur. 204 Québec (QC) G2C 1K1  
Tél.: (418) 845-8885 Téléc.: (418) 845-5898

**WM**  
**INTERSAN INC**  
UNE FILIALE DE CANADIAN WASTE SERVICES

Titre du projet:

**Projet de développement du bioréacteur  
Centre de valorisation environnementale des  
résidus de Ste-Sophie  
(CVER)  
Étude de conception technique**

Titre du dessin:

**Drains en "Escalier"**

Référence feuille de plan:

**1067RF7**

Fichier:

Dessin:

**J.G.**

Vérifi.:

**K.D.**

Échelle:

**Aucune**

Date:

**Février 2003**

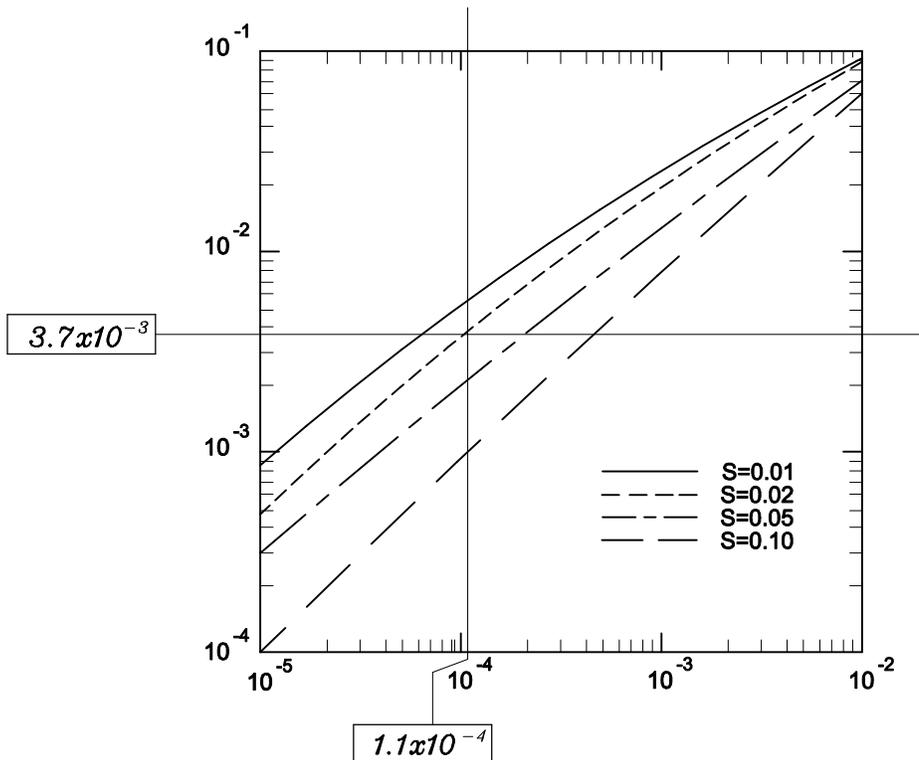
Projet no.:

**02-1067**

Figure no.:

**C-1**

Y max. \*



R \*

Préparé par:

**ASA** André Simard  
et associés

2600, rue Jean-Perrin, bur. 204 Québec (QC) G2C 1K1  
Tél.: (418) 845-8885 Téléc.: (418) 845-5599

**WM**  
INTERSAN INC  
UNE FILIALE DE CANADIAN WASTE SERVICES

Titre du projet:

Projet de développement du bioréacteur  
Centre de valorisation environnementale des  
résidus de Ste-Sophie  
(CVER)  
Étude de conception technique

Référence feuille de plan:

Fichier:

1067RF8

Titre du dessin:

Abaque de McEnroe (1990)

Dessin:

J.G.

Échelle:

Aucune

Projet no.:

02-1067

Vérifi.:

K.D.

Date:

Février 2003

Figure no.:

C-2

## ANNEXE C – DIMENSIONNEMENT PRÉLIMINAIRE DU SYSTÈME DE COLLECTE DU LIXIVIAT

### 2. DISPOSITION DES PHASES D'EXPLOITATION

La disposition des phases est basée sur les contraintes suivantes :

- la distance minimale par rapport au roc de 1,5 m;
- la pente minimale au fond des cellules de 2 %;
- la pente minimale du réseau de drainage de 0,5 %;
- la zone tampon d'une largeur minimale de 50 m;
- l'espacement des drains de collecte à l'intérieur des phases de 61 m en « escalier » (espacement maximal).

Basées sur ces paramètres, il est proposé de disposer les phases d'exploitation et les drains de collecte telles qu'ils sont illustrés sur les figures 3.2 et 4.2 du présent rapport. L'aménagement comporterait 4 phases d'exploitation. La séquence de construction sera adaptée au taux de réception des matières résiduelles.

### 3. DRAINS ET COLLECTEURS DU LIXIVIAT

#### 3.1 DRAINS PRIMAIRES DES CELLULES

La fonction principale de ces drains est d'acheminer le lixiviat produit en supposant un taux de ruissellement potentiel de 75%, sur le premier niveau vers le collecteur principal primaire qui recueille l'eau provenant de chaque cellule. Pour un espacement des drains de 61 m, la production de pointe journalière est évaluée, selon le modèle HELP, à 4,53 mm pour une cellule ouverte avec 6 mètres de matières résiduelles (voir annexe C-1).

Considérant le mode d'aménagement des phases, le débit maximum à être véhiculé par cellule est calculé comme suit :

$$460 \text{ m} \times 61 \text{ m de large} \times \frac{4,53 \text{ mm/j}}{1000 \text{ mm/m}} = 127 \text{ m}^3/\text{j} \\ = 1,47 \text{ l/s}$$

Ce débit est considéré conservateur, car il est calculé sur une période de deux (2) ans pour une épaisseur de matières résiduelles de 6,0 m avec une teneur en eau initiale de 25%. En réalité, les matières résiduelles ne seront pas exposées pour une si longue période, de sorte que le débit réel devrait être plus faible.

## ANNEXE C – DIMENSIONNEMENT PRÉLIMINAIRE DU SYSTÈME DE COLLECTE DU LIXIVIAT

Pour une conduite de 150 mm de diamètre, à une pente de 0,5 % et ayant des perforations à 60° de part et d'autre du radier, telle qu'elle est illustrée à la figure C-3, la capacité est évaluée à 2,6 l/s (221 m<sup>3</sup>/j), soit plus de 75% supérieur à la capacité requise, sans tenir compte de la contribution de la pierre nette ainsi que la capacité de la conduite coulant pleine.

### 3.2 DRAINS SECONDAIRES DES CELLULES

Le débit, dans ce niveau, équivaut au débit pouvant provenir d'une fuite dans la première membrane PEHD. Ce débit est évalué selon la formule suivante proposée par Bonaparte et al (1989) :

$$Q = CBa\sqrt{2gh}$$

où

Q = débit par l'orifice en m<sup>3</sup>/s

a = surface de l'orifice en m<sup>2</sup>

h = hauteur de liquide en m

g = accélération gravitaire

CB = coefficient sans dimension, 0,6 pour géomembrane.

Le modèle HELP est utilisé pour estimer le débit à être recueilli sur le deuxième niveau. Pour les conditions énumérées à l'annexe C-1 (6 mètres de matières résiduelles, 2 ans), le débit de pointe journalière est évalué à 0,68 mm, soit 19,1 m<sup>3</sup>/jr pour une cellule maximale ou 221 cm<sup>3</sup>/sec.

Comme la couche de drainage secondaire sera composée de géofilets, il est proposé d'utiliser des géofilets multiples, si nécessaire, comme dispositif de collecte des cellules.

Les résultats de performance des géofilets sont généralement donnés pour un gradient spécifique, car l'écoulement dans un géofilet est turbulent. Donc, lorsque le gradient est doublé, la capacité est inférieure au double de la capacité enregistrée au gradient inférieur et, à l'inverse, si le gradient est réduit de moitié, la capacité est supérieure à la moitié de la capacité du gradient initial.

À des fins analytiques, une capacité de 1 x 10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>/s est utilisée pour un gradient de 0,1 et une pression sous-jacente de 100 kPa, ces valeurs correspondant à un géofilet typique ayant une capacité moyenne. Toutefois, lors de la conception finale, un géofilet de plus forte capacité pourrait être envisagé.

## ANNEXE C – DIMENSIONNEMENT PRÉLIMINAIRE DU SYSTÈME DE COLLECTE DU LIXIVIAT

Pour calculer la capacité du géofilet à un gradient de 0,005, ce qui correspond à la pente minimale prévue sur le drain, il faut d'abord calculer la transmissivité par unité de largeur de un mètre. Celle-ci est égale à la capacité (q) divisée par le gradient utilisé lors de l'essai (i), soit :

$$1 \times 10^{-3} \div 0,1 = 1 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{m/s}$$

Donc, à un gradient de 0,005, la capacité sera de :

$$1 \times 10^{-2} \times 0,005 = 5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{m/s}$$

Pour une largeur de un mètre, le débit ultime pouvant être véhiculé par le géofilet sera de  $5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$  ou  $50 \text{ cm}^3/\text{s}$ . Cette capacité est généralement réduite d'un facteur de sécurité, selon la formule suivante (voir Koerner, 1994) :

$$q_{\text{permis}} = q_{\text{ultime}} \left\{ \frac{1}{FS_{IN} \times FS_{CR} \times FS_{CC} \times FS_{EC}} \right\}$$

où

$q_{\text{ultime}}$  = capacité calculée, selon l'essai ASTM D4716

$FS_{IN}$  = facteur de sécurité pour tenir compte de l'intrusion possible de géosynthétiques adjacents dans les pores du géofilet

$FS_{CR}$  = facteur de sécurité pour la déformation plastique du géofilet

$FS_{CC}$  = facteur de sécurité pour le colmatage et/ou précipitation chimique dans les pores du géofilet

$FS_{EC}$  = facteur de sécurité pour le colmatage biologique

Pour des réseaux de collecte secondaire, Koerner recommande d'utiliser des facteurs de sécurité variant de 1,4 à 2,0. Pour les fins de la présente, un facteur de 1,4 sera utilisé, compte tenu que les débits maximum calculés sont valables pour des conditions à court terme et qu'à long terme, les débits seront de loin inférieurs.

## ANNEXE C – DIMENSIONNEMENT PRÉLIMINAIRE DU SYSTÈME DE COLLECTE DU LIXIVIAT

Donc :

$$q_{\text{permis}} = q_{\text{ultime}} \left[ \frac{1}{1,4 \times 1,4 \times 1,4 \times 1,4} \right]$$

$$= \frac{50 \text{ cm}^3/\text{s}}{3,84}$$

$$= 13,0 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Compte tenu de la géométrie du drain, la largeur maximale d'écoulement permise sur le niveau inférieur pour limiter la tête d'eau à 30 cm est de 19 m. Cela équivaut à une capacité de 247 cm<sup>3</sup>/s, soit 12% de plus que la capacité requise. Pour augmenter le facteur de sécurité, il est proposé d'ajouter une double épaisseur de géofilet de 2,0 m de largeur.

Dans ce cas, l'expérience démontre que le facteur de sécurité  $FS_{IN}$ , pour l'intrusion de géosynthétiques adjacents, ne s'appliquent pas pour les couches de géofilet supplémentaires, l'intrusion affectant seulement la première couche.

Donc, le facteur de sécurité s'appliquant aux couches supplémentaires est de 2,74 au lieu de 3,84, et les deux (2) couches de géofilet supplémentaires peuvent alors véhiculer un débit de :

$$\frac{50 \text{ cm}^3/\text{s} \times 2 \text{ m} \times 2}{2,74} = 73 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Dans ce cas, la tête maximale sur le 2<sup>e</sup> niveau est ramenée à 22 cm. Il est à noter que ces évaluations sont très conservatrices et basées sur la tête journalière maximale appliquée sur l'ensemble des perforations théoriques. En réalité, le débit et la tête devraient être de beaucoup inférieurs à ces estimations, surtout que les conditions considérées seront de courte durée.

### 3.3 COLLECTEUR PRINCIPAL PRIMAIRE

Cette conduite doit permettre l'évacuation de la quantité totale de lixiviat produit par l'exploitation du site. Le débit de pointe journalier produit, en considérant l'hypothèse d'une cellule ouverte comportant 6,0 mètres de matières résiduelles, est établi à

4,53 mm selon le modèle HELP. De façon conservatrice, en supposant que ce débit de pointe a lieu sur l'ensemble du site en même temps, le débit à véhiculer serait de :

## ANNEXE C – DIMENSIONNEMENT PRÉLIMINAIRE DU SYSTÈME DE COLLECTE DU LIXIVIAT

$$\begin{aligned} & 159\,204 \text{ m}^2 \text{ (phase IV)} \times 0,00453 \text{ m/jr} \\ & = 721 \text{ m}^3/\text{jr} \\ & = 8,3 \text{ l/sec} \end{aligned}$$

Pour la conduite collectrice principale, il est proposé d'utiliser une conduite d'un diamètre de 200 mm avec des perforations à 60° à partir de la couronne de la conduite, ce qui diminue la possibilité que le lixiviat recueilli se déverse dans le gravier entourant la conduite. Dans un tel cas, en considérant que la pente de la conduite est de l'ordre de 0,5 %, la capacité est évaluée à 20,95 l/s, ce qui est largement supérieur au débit maximum prévu, et ce, pour des hypothèses très conservatrices. Compte tenu de ce résultat, il est de notre avis qu'aucune autre simulation n'est nécessaire, car celle considérée correspond au cas où la production de lixiviat serait maximale.

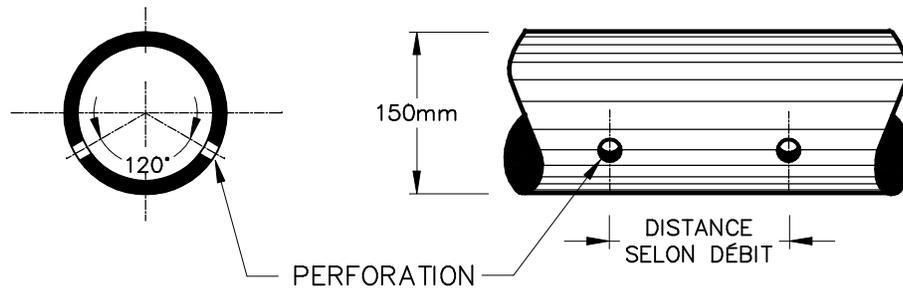
### 3.4 COLLECTEUR PRINCIPAL SECONDAIRE

Cette conduite doit véhiculer le débit provenant du deuxième niveau de collecte de l'ensemble des cellules. Selon les hypothèses de la section 2, ce débit est évalué de la façon suivante :

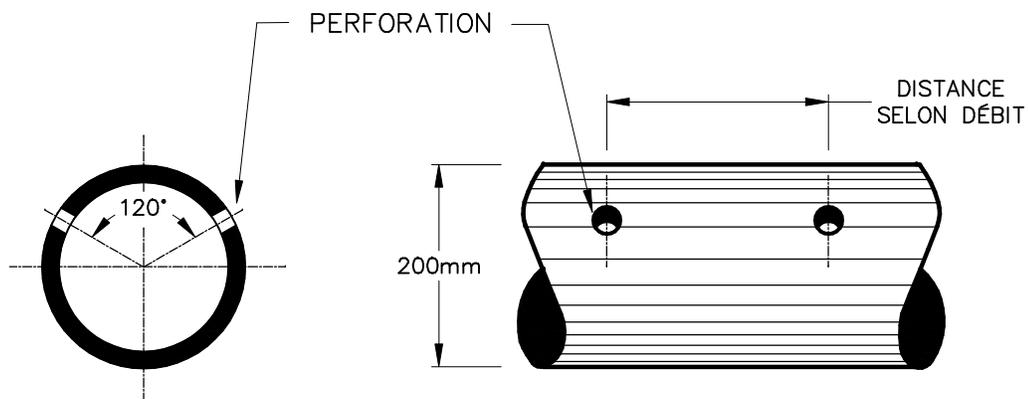
- Débit de pointe 2<sup>e</sup> niveau: 0,68 mm
- Superficie totale : 159 204 m<sup>2</sup> (phase IV pire cas)
- Débit total :  $159\,204 \text{ m}^2 \times 0,68 \text{ mm} \times 1 = 108 \text{ m}^3/\text{jr} = 1,25 \text{ l/sec}$   
 $1\,000 \text{ mm/m}$

NOTE : Ce débit suppose une tête d'eau de 0,68 mm appliquée sur l'ensemble des perforations en même temps, ce qui est très peu probable.

Pour cette conduite, il est proposé de faire des perforations dans la partie supérieure de la conduite afin de diminuer la possibilité que le lixiviat recueilli soit déversé dans le gravier entourant la conduite. Pour une conduite de 150 mm ayant des perforations à 60° de part et d'autre de la couronne et une pente de 0,5 %, la capacité est de 9,7 l/s, ce qui est amplement suffisant pour le débit à véhiculer.



DRAIN DE COLLECTE DE CELLULE



COLLECTEUR PRINCIPAL, PRIMAIRE

Préparé par:  <b>ASA André Simard</b> et associés <small>2600, rue Jean-Perrin, bur. 204 Québec (QC) G2C 1K1          Tél.: (418) 845-8885 Téléc.: (418) 845-5599</small>	Titre du projet: <b>Projet de développement du bioréacteur          Centre de valorisation environnementale des          résidus de Ste-Sophie          (CVER)          Étude de conception technique</b>		Titre du dessin: <b>DRAIN ET COLLECTEUR DU          LIXIVIAT PROPOSÉS</b>		
	Référence feuille de plan: <b>1067RF9</b>	Dessin: <b>J.G.</b>	Échelle: <b>Aucune</b>	Projet no.: <b>02-1067</b>	
 <b>INTERSAN INC</b> <small>UNE FILIALE DE CANADIAN WASTE SERVICES</small>	Fichier: <b>1067RF9</b>	Vérifi.: <b>K.D.</b>	Date: <b>Février 2003</b>	Figure no.: <b>C-3</b>	

## ANNEXE C – DIMENSIONNEMENT PRÉLIMINAIRE DU SYSTÈME DE COLLECTE DU LIXIVIAT

### ANNEXE C-1 - RÉSULTATS DU MODÈLE HELP –

*CELLULES OUVERTES – 3,0 MÈTRES DE MATIÈRES RÉSIDUELLES*

*CELLULES OUVERTES – 6,0 MÈTRES DE MATIÈRES RÉSIDUELLES*

```

*****
*****
**
**
**          HYDROLOGIC EVALUATION OF LANDFILL PERFORMANCE          **
**          HELP MODEL VERSION 3.07 (1 NOVEMBER 1997)              **
**          DEVELOPED BY ENVIRONMENTAL LABORATORY                  **
**          USAE WATERWAYS EXPERIMENT STATION                     **
**          FOR USEPA RISK REDUCTION ENGINEERING LABORATORY        **
**
**
*****
*****

```

```

PRECIPITATION DATA FILE: C:\HELP\02-1067\STESOPH.D4
TEMPERATURE DATA FILE:  C:\HELP\02-1067\STESOPH.D7
SOLAR RADIATION DATA FILE: C:\HELP\02-1067\STESOPH.D13
EVAPOTRANSPIRATION DATA:  C:\HELP\02-1067\STESOPH.D11
SOIL AND DESIGN DATA FILE: C:\HELP\02-1067\G3MSORM.D10
OUTPUT DATA FILE:         C:\HELP\02-1067\G3MSORM5.OUT

```

TIME: 15:38      DATE: 10/31/2002

```

*****
TITLE: Intersan - CVER de Sainte-Sophie - 3,0 m de MR
*****

```

NOTE: INITIAL MOISTURE CONTENT OF THE LAYERS AND SNOW WATER WERE  
COMPUTED AS NEARLY STEADY-STATE VALUES BY THE PROGRAM.

LAYER 1  
-----

```

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 5
THICKNESS = 20.00 CM
POROSITY = 0.4570 VOL/VOL
FIELD CAPACITY = 0.1310 VOL/VOL
WILTING POINT = 0.0580 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.2077 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.10000005000E-02 CM/SEC

```

LAYER 2  
-----

```

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 18
THICKNESS = 300.00 CM
POROSITY = 0.6710 VOL/VOL
FIELD CAPACITY = 0.2920 VOL/VOL
WILTING POINT = 0.0770 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.2920 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.10000005000E-02 CM/SEC

```

LAYER 3  
-----

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 21  
 THICKNESS = 50.00 CM  
 POROSITY = 0.3970 VOL/VOL  
 FIELD CAPACITY = 0.0320 VOL/VOL  
 WILTING POINT = 0.0130 VOL/VOL  
 INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0566 VOL/VOL  
 EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.300000012000 CM/SEC  
 SLOPE = 2.00 PERCENT  
 DRAINAGE LENGTH = 61.0 METERS

LAYER 4  
 -----

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 35  
 THICKNESS = 0.15 CM  
 POROSITY = 0.0000 VOL/VOL  
 FIELD CAPACITY = 0.0000 VOL/VOL  
 WILTING POINT = 0.0000 VOL/VOL  
 INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0000 VOL/VOL  
 EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.199999996000E-12 CM/SEC  
 FML PINHOLE DENSITY = 0.00 HOLES/HECTARE  
 FML INSTALLATION DEFECTS = 0.00 HOLES/HECTARE  
 FML PLACEMENT QUALITY = 4 - POOR

LAYER 5  
 -----

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 34  
 THICKNESS = 0.60 CM  
 POROSITY = 0.8500 VOL/VOL  
 FIELD CAPACITY = 0.0100 VOL/VOL  
 WILTING POINT = 0.0050 VOL/VOL  
 INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0100 VOL/VOL  
 EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 33.0000000000 CM/SEC  
 SLOPE = 2.00 PERCENT  
 DRAINAGE LENGTH = 61.0 METERS

LAYER 6  
 -----

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 35  
 THICKNESS = 0.15 CM  
 POROSITY = 0.0000 VOL/VOL  
 FIELD CAPACITY = 0.0000 VOL/VOL  
 WILTING POINT = 0.0000 VOL/VOL  
 INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0000 VOL/VOL  
 EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.199999996000E-12 CM/SEC  
 FML PINHOLE DENSITY = 0.00 HOLES/HECTARE  
 FML INSTALLATION DEFECTS = 0.00 HOLES/HECTARE  
 FML PLACEMENT QUALITY = 4 - POOR

LAYER 7  
 -----

TYPE 3 - BARRIER SOIL LINER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 17  
 THICKNESS = 0.60 CM  
 POROSITY = 0.7500 VOL/VOL  
 FIELD CAPACITY = 0.7470 VOL/VOL  
 WILTING POINT = 0.4000 VOL/VOL

INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.7500 VOL/VOL  
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.300000003000E-08 CM/SEC

GENERAL DESIGN AND EVAPORATIVE ZONE DATA  
-----

NOTE: SCS RUNOFF CURVE NUMBER WAS COMPUTED FROM DEFAULT  
SOIL DATA BASE USING SOIL TEXTURE # 5 WITH BARE  
GROUND CONDITIONS, A SURFACE SLOPE OF 2.% AND  
A SLOPE LENGTH OF 240. METERS.

SCS RUNOFF CURVE NUMBER = 82.60  
FRACTION OF AREA ALLOWING RUNOFF = 0.0 PERCENT  
AREA PROJECTED ON HORIZONTAL PLANE = 1.0000 HECTARES  
EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM  
INITIAL WATER IN EVAPORATIVE ZONE = 4.154 CM  
UPPER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 9.140 CM  
LOWER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 1.160 CM  
INITIAL SNOW WATER = 6.978 CM  
INITIAL WATER IN LAYER MATERIALS = 95.038 CM  
TOTAL INITIAL WATER = 102.016 CM  
TOTAL SUBSURFACE INFLOW = 0.00 MM/YR

EVAPOTRANSPIRATION AND WEATHER DATA  
-----

NOTE: EVAPOTRANSPIRATION DATA WAS OBTAINED FROM  
CARIBOU MAINE

STATION LATITUDE = 46.52 DEGREES  
MAXIMUM LEAF AREA INDEX = 0.00  
START OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 144  
END OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 260  
EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM  
AVERAGE ANNUAL WIND SPEED = 17.00 KPH  
AVERAGE 1ST QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 70.00 %  
AVERAGE 2ND QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 69.00 %  
AVERAGE 3RD QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 76.00 %  
AVERAGE 4TH QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 78.00 %

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

NORMAL MEAN MONTHLY PRECIPITATION (MM)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
77.4	65.1	68.3	82.6	91.2	101.2
98.6	91.5	100.7	97.3	94.9	81.6

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

NORMAL MEAN MONTHLY TEMPERATURE (DEGREES CELSIUS)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
-11.8	-9.7	-3.6	4.6	12.3	17.3
19.8	18.5	13.2	6.8	0.1	-8.0

NOTE: SOLAR RADIATION DATA WAS SYNTHETICALLY GENERATED USING  
COEFFICIENTS FOR CARIBOU MAINE  
AND STATION LATITUDE = 46.52 DEGREES

\*\*\*\*\*

AVERAGE MONTHLY VALUES (MM) FOR YEARS 1 THROUGH 5

	JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
PRECIPITATION						
TOTALS	83.46 102.72	93.70 97.88	76.14 116.32	67.32 92.44	53.72 95.04	107.52 85.02
STD. DEVIATIONS	28.18 20.41	20.28 38.09	39.80 63.39	27.07 36.69	12.25 25.76	26.62 26.63
RUNOFF						
TOTALS	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000
STD. DEVIATIONS	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000
EVAPOTRANSPIRATION						
TOTALS	11.708 92.529	11.177 67.615	13.097 67.861	23.363 36.081	59.004 23.336	78.466 9.975
STD. DEVIATIONS	0.499 18.340	1.319 33.135	2.395 9.115	21.089 9.644	11.647 3.718	12.943 1.646
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3						
TOTALS	4.8556 20.0615	1.0382 14.1488	11.9614 32.5214	144.1679 38.0992	159.4180 42.2888	41.8999 72.9891
STD. DEVIATIONS	2.1866 15.9503	0.0926 16.1472	25.2552 10.3967	75.5915 36.1568	65.8639 11.7633	10.8868 20.5092
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4						
TOTALS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0001 0.0000	0.0001 0.0000	0.0000 0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0001 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5						
TOTALS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0001 0.0000	0.0001 0.0000	0.0000 0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0001 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 7						
TOTALS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000

AVERAGES OF MONTHLY AVERAGED DAILY HEADS (CM)

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4

AVERAGES	0.0922	0.0217	0.2271	2.8287	3.0270	0.8221
	0.3809	0.2687	0.6381	0.7234	0.8297	1.3859
STD. DEVIATIONS	0.0415	0.0021	0.4795	1.4832	1.2506	0.2136
	0.3029	0.3066	0.2040	0.6865	0.2308	0.3894

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 6

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

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

AVERAGE ANNUAL TOTALS & (STD. DEVIATIONS) FOR YEARS 1 THROUGH 5

	MM		CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1071.28	( 86.542)	10712.8	100.00
RUNOFF	0.000	( 0.0000)	0.00	0.000
EVAPOTRANSPIRATION	494.212	( 18.2596)	4942.12	46.133
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	583.44983	( 88.95799)	5834.498	54.46288
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.00041	( 0.00006)	0.004	0.00004
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4	9.371	( 1.443)		
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5	0.00040	( 0.00006)	0.004	0.00004
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 7	0.00001	( 0.00000)	0.000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.000	( 0.000)		
CHANGE IN WATER STORAGE	-6.383	( 1.5928)	-63.83	-0.596

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

PEAK DAILY VALUES FOR YEARS	1 THROUGH 5	
	(MM)	(CU. METERS)
PRECIPITATION	47.00	470.000
RUNOFF	0.000	0.0000
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	27.90107	279.01068
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.000019	0.00019
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4	164.232	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 4	238.674	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 3 (DISTANCE FROM DRAIN)	16.7 METERS	
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5	0.00002	0.00019
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 7	0.000000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.000	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.348	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 5 (DISTANCE FROM DRAIN)	0.0 METERS	
SNOW WATER	423.46	4234.5957
MAXIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)		0.4570
MINIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)		0.0580

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

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

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

FINAL WATER STORAGE AT END OF YEAR 5

LAYER	(CM)	(VOL/VOL)
1	4.4349	0.2217
2	87.5999	0.2920
3	2.3490	0.0470
4	0.0000	0.0000
5	0.0060	0.0100
6	0.0000	0.0000
7	0.4500	0.7500
SNOW WATER	3.985	

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

**ANNEXE C – DIMENSIONNEMENT PRÉLIMINAIRE DU SYSTÈME DE COLLECTE DU LIXIVIAT**

**ANNEXE C-2 – RÉSULTATS DU MODÈLE HELP**  
Cellules ouvertes – 6,0 mètres de matières résiduelles



TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 0

THICKNESS	=	50.00	CM
POROSITY	=	0.3970	VOL/VOL
FIELD CAPACITY	=	0.0320	VOL/VOL
WILTING POINT	=	0.0130	VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT	=	0.0660	VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND.	=	0.550000012000	CM/SEC
SLOPE	=	2.00	PERCENT
DRAINAGE LENGTH	=	55.0	METERS

LAYER 4

-----

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 35

THICKNESS	=	0.15	CM
POROSITY	=	0.0000	VOL/VOL
FIELD CAPACITY	=	0.0000	VOL/VOL
WILTING POINT	=	0.0000	VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT	=	0.0000	VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND.	=	0.199999996000E-12	CM/SEC
FML PINHOLE DENSITY	=	2.00	HOLES/HECTARE
FML INSTALLATION DEFECTS	=	2.50	HOLES/HECTARE
FML PLACEMENT QUALITY	=	3	- GOOD

LAYER 5

-----

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 34

THICKNESS	=	0.60	CM
POROSITY	=	0.8500	VOL/VOL
FIELD CAPACITY	=	0.0100	VOL/VOL
WILTING POINT	=	0.0050	VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT	=	0.0100	VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND.	=	33.0000000000	CM/SEC
SLOPE	=	2.00	PERCENT
DRAINAGE LENGTH	=	55.0	METERS

LAYER 6

-----

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 35

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

LAYER 7

-----

TYPE 3 - BARRIER SOIL LINER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 17

THICKNESS	=	0.60	CM
POROSITY	=	0.7500	VOL/VOL
FIELD CAPACITY	=	0.7470	VOL/VOL
WILTING POINT	=	0.4000	VOL/VOL

INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.7500 VOL/VOL  
 EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.300000003000E-08 CM/SEC

GENERAL DESIGN AND EVAPORATIVE ZONE DATA  
 -----

NOTE: SCS RUNOFF CURVE NUMBER WAS COMPUTED FROM DEFAULT  
 SOIL DATA BASE USING SOIL TEXTURE # 5 WITH BARE  
 GROUND CONDITIONS, A SURFACE SLOPE OF 2.% AND  
 A SLOPE LENGTH OF 240. METERS.

SCS RUNOFF CURVE NUMBER = 82.60  
 FRACTION OF AREA ALLOWING RUNOFF = 75.0 PERCENT  
 AREA PROJECTED ON HORIZONTAL PLANE = 1.0000 HECTARES  
 EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM  
 INITIAL WATER IN EVAPORATIVE ZONE = 4.154 CM  
 UPPER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 9.140 CM  
 LOWER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 1.160 CM  
 INITIAL SNOW WATER = 10.900 CM  
 INITIAL WATER IN LAYER MATERIALS = 157.910 CM  
 TOTAL INITIAL WATER = 168.810 CM  
 TOTAL SUBSURFACE INFLOW = 0.00 MM/YR

EVAPOTRANSPIRATION AND WEATHER DATA  
 -----

NOTE: EVAPOTRANSPIRATION DATA WAS OBTAINED FROM  
 CARIBOU MAINE

STATION LATITUDE = 46.52 DEGREES  
 MAXIMUM LEAF AREA INDEX = 0.00  
 START OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 144  
 END OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 260  
 EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM  
 AVERAGE ANNUAL WIND SPEED = 17.00 KPH  
 AVERAGE 1ST QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 70.00 %  
 AVERAGE 2ND QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 69.00 %  
 AVERAGE 3RD QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 76.00 %  
 AVERAGE 4TH QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 78.00 %

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

NORMAL MEAN MONTHLY PRECIPITATION (MM)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
77.4	65.1	68.3	82.6	91.2	101.2
98.6	91.5	100.7	97.3	94.9	81.6

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

NORMAL MEAN MONTHLY TEMPERATURE (DEGREES CELSIUS)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
-11.8	-9.7	-3.6	4.6	12.3	17.3
19.8	18.5	13.2	6.8	0.1	-8.0

NOTE: SOLAR RADIATION DATA WAS SYNTHETICALLY GENERATED USING  
 COEFFICIENTS FOR CARIBOU MAINE  
 AND STATION LATITUDE = 46.52 DEGREES

\*\*\*\*\*

AVERAGE MONTHLY VALUES (MM) FOR YEARS 1 THROUGH 2

	JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
<b>PRECIPITATION</b>						
TOTALS	87.55 100.50	86.70 75.85	97.45 136.75	59.20 87.75	66.05 114.15	94.15 102.85
STD. DEVIATIONS	26.80 16.69	23.05 48.30	58.05 120.56	21.64 63.57	1.91 6.43	6.86 29.77
<b>RUNOFF</b>						
TOTALS	0.000 0.512	0.000 0.052	144.142 1.463	102.646 0.000	0.198 0.311	0.030 0.000
STD. DEVIATIONS	0.000 0.723	0.000 0.074	68.266 2.069	24.217 0.000	0.280 0.439	0.042 0.000
<b>EVAPOTRANSPIRATION</b>						
TOTALS	11.596 85.776	10.567 49.518	10.962 70.120	35.875 41.057	66.644 24.166	80.347 9.455
STD. DEVIATIONS	0.763 2.800	0.657 37.415	1.992 15.654	34.608 4.718	5.584 6.041	8.698 1.114
<b>LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3</b>						
TOTALS	5.9569 1.2305	0.2378 0.1339	0.0974 8.8424	9.5549 33.9099	32.4971 18.7367	18.5552 58.4907
STD. DEVIATIONS	4.9054 1.7218	0.0183 0.1676	0.0060 12.4843	13.4445 47.9381	45.9168 24.3447	26.2154 8.7362
<b>PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4</b>						
TOTALS	2.9983 1.3103	0.7875 0.5047	0.5299 2.5614	2.8483 7.2737	7.1716 5.2843	4.8496 13.2556
STD. DEVIATIONS	0.8549 1.5761	0.0297 0.4860	0.0214 3.4348	3.5043 10.1153	9.7284 5.7372	6.5365 1.3358
<b>LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5</b>						
TOTALS	2.9983 1.3103	0.7875 0.5047	0.5299 2.5614	2.8483 7.2737	7.1716 5.2843	4.8496 13.2556
STD. DEVIATIONS	0.8549 1.5761	0.0297 0.4860	0.0214 3.4348	3.5043 10.1153	9.7284 5.7372	6.5365 1.3357
<b>PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 7</b>						
TOTALS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000

AVERAGES OF MONTHLY AVERAGED DAILY HEADS (CM)

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4

AVERAGES	0.0556	0.0025	0.0009	0.0922	0.3035	0.1791
	0.0115	0.0013	0.0853	0.3167	0.1808	0.5462
STD. DEVIATIONS	0.0458	0.0002	0.0001	0.1297	0.4288	0.2530
	0.0161	0.0016	0.1205	0.4476	0.2349	0.0816

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 6

AVERAGES	0.0014	0.0004	0.0003	0.0014	0.0034	0.0024
	0.0006	0.0002	0.0013	0.0035	0.0026	0.0064
STD. DEVIATIONS	0.0004	0.0000	0.0000	0.0017	0.0047	0.0032
	0.0008	0.0002	0.0017	0.0049	0.0028	0.0006

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

AVERAGE ANNUAL TOTALS & (STD. DEVIATIONS) FOR YEARS 1 THROUGH 2				
	MM		CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1108.95	( 139.937)	11089.5	100.00
RUNOFF	249.353	( 45.2031)	2493.53	22.485
EVAPOTRANSPIRATION	496.082	( 11.6920)	4960.82	44.734
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	188.24344	(176.03984)	1882.434	16.97493
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4	49.37510	( 41.54840)	493.751	4.45242
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4	1.480	( 1.390)		
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5	49.37510	( 41.54840)	493.751	4.45242
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 7	0.00001	( 0.00000)	0.000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.020	( 0.017)		
CHANGE IN WATER STORAGE	125.897	( 4.3765)	1258.97	11.353

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

PEAK DAILY VALUES FOR YEARS	1 THROUGH 2	
	(MM)	(CU. METERS)
PRECIPITATION	37.60	376.000
RUNOFF	89.053	890.5347
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	4.53103	45.31033
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.683397	6.83397
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4	13.117	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 4	24.460	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 3 (DISTANCE FROM DRAIN)	3.7 METERS	
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5	0.68340	6.83397
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 7	0.000000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.102	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.137	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 5 (DISTANCE FROM DRAIN)	0.0 METERS	
SNOW WATER	317.11	3171.1399
MAXIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)		0.4570
MINIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)		0.0725

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

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

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

FINAL WATER STORAGE AT END OF YEAR 2

LAYER	(CM)	(VOL/VOL)
1	3.8313	0.1916
2	175.4519	0.2924
3	3.3467	0.0669
4	0.0000	0.0000
5	0.0060	0.0100
6	0.0000	0.0000
7	0.4500	0.7500
SNOW WATER	10.903	

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

---

# ANNEXE D – Données météorologiques de Saint-Jérôme



---

## ANNEXE E – Estimation des besoins en eau

## Annexe E – Estimation des besoins en eau

### 1. DONNÉES DE CALCUL

$$C_b = \text{Capacité annuelle} = 1 \times 10^6 \text{ t/an}$$

$$W_i = \text{Teneur en eau des matières résiduelles} = 25 \%$$

$$W_c = \text{Teneur en eau à la capacité au champs} = 50 \%$$

### 2. ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

La teneur en eau est définie par unité de volume comme la masse d'eau contenue dans les matières résiduelles sur la masse des matières résiduelles sèches.

La quantité initiale d'eau dans les matières résiduelles peut donc être déterminée à l'aide de la formule suivante :

$$W_i = \frac{M_i}{M_{ds}}$$

$$W_i = \frac{M_i}{M_d - M_i}$$

$$W_i = 0,25$$

où :

$$M_d = \text{Masse initiale des matières résiduelles} = 1 \times 10^6 \text{ t}$$

$$M_{ds} = \text{Masse des matières résiduelles sèches}$$

$$M_i = \text{Masse initiale d'eau dans les matières résiduelles}$$

$$M_i = 200\,000 \text{ t}$$

$$\begin{aligned} M_{ds} &= 1 \times 10^6 \text{ t} - 2 \times 10^5 \text{ t} \\ &= 8 \times 10^5 \text{ t} \end{aligned}$$

La quantité d'eau dans les matières résiduelles à la capacité au champs peut, par la suite, être évaluée par la même équation :

## Annexe E – Estimation des besoins en eau

$$W_c = \frac{M_c}{M_{ds}}$$

$$= 0,50$$

$$M_c = M_{ds} \times 0,5$$

$$= 800\,000 \text{ t} \times 0,5$$

$$= 400\,000 \text{ t}$$

La quantité d'eau à ajouter pour obtenir la capacité au champs est donc de :

$$M_{\text{eau}} = M_c - M_i$$

$$= 400\,000 \text{ t} - 200\,000 \text{ t}$$

$$= 200\,000 \text{ t}$$

$$= 200\,000 \text{ m}^3$$

---

## ANNEXE F – Estimation du débit des eaux de lixiviation

## 1.0 OBJECTIFS

L'exploitation du LET est effectuée selon différentes séquences qui varient en fonction la géométrie du site, les méthodes d'opérations préconisées du site et les besoins annuels en volume d'enfouissement. Ces séquences d'exploitation favorisent diverses situations d'absorption et de drainage de l'eau contenue dans les matières résiduelles à leur arrivée au site de même que l'eau provenant des précipitations journalières.

L'estimation du débit des eaux captées par le système de drainage du site, permet de guider la conception des différents éléments reliés au captage, au transport et au stockage du lixiviat.

## 2.0 MÉTHODOLOGIE

L'estimation du débit comporte deux étapes, soit la modélisation hydrologique des différentes conditions de drainage identifiées par les séquences d'exploitation et la répartition spatiale et temporelle des surfaces se retrouvant dans les différentes conditions de drainage.

### 2.1 CONDITIONS DE DRAINAGE

Les séquences annuelles d'exploitation présentées sur les plans 5/12 et 6/12 permettent d'identifier des conditions types de drainage caractérisées entre autres, par l'épaisseur de matières résiduelles, leur teneur en eau initiale et le ruissellement des eaux de précipitations. Pour les fins de la présente, six (6) conditions sont considérées tel que décrits ci-après.

#### 2.1.1 PHASE SANS MATIÈRES RÉSIDUELLES

À l'ouverture d'une phase, avant la mise en place des matières résiduelles, l'eau provenant des précipitations journalières est captée par le système de drainage du lixiviat. La forme du fond du site ne permet pas le ruissellement à l'extérieur du site (0%).

#### 2.1.2 PHASE EN DÉBUT D'EXPLOITATION (6 m de matières résiduelles)

À court terme, durant l'exploitation globale d'une phase, l'épaisseur des matières résiduelles est évaluée à environ 6 mètres. Deux (2) situations sont considérées dans ce paragraphe. Pour une période d'environ une année, la couche de résidus est considérée non saturée au départ, c'est-à-dire qu'une partie des précipitations est absorbée par les résidus. Si la couche de six (6) mètres de matières résiduelles demeure exposée plus d'un an, elle est considérée saturée (les matières résiduelles sont saturées lorsque la teneur en eau équivaut ou excède la capacité au champ).

Selon la phase en exploitation, la forme du site permet ou non le ruissellement. Ainsi, les phases 1, 2 et 3 contenant six (6) mètres d'épaisseur de résidus permettent le ruissellement alors que la phase 4 en début d'exploitation confine entièrement les eaux de ruissellement.

#### 2.1.3 PHASE EN MILIEU D'EXPLOITATION (13 m de matières résiduelles)

En milieu d'exploitation d'une phase, il est évaluée que l'épaisseur des matières résiduelles sera d'environ treize (13) mètres. Durant cette période médiane d'exploitation, les six (6) premiers

## **ANNEXE F – ESTIMATION DU DÉBIT DES EAUX DE LIXIVIATION**

mètres de résidus sont saturés alors que les sept (7) mètres supérieurs sont non-saturés. La forme du site permet le ruissellement à l'endroit de toutes les phases.

### **2.1.4 PHASE EN FIN D'EXPLOITATION (24 m de matières résiduelles)**

Avant d'atteindre le niveau final de matières résiduelles, les conditions de drainage sont évaluées pour une épaisseur de 24 mètres de résidus. Les dix-huit (18) premiers mètres de matières résiduelles sont saturés alors que les six (6) mètres supérieurs sont non-saturés. Le ruissellement est possible sur l'ensemble du site.

### **2.1.5 FRONT D'ENFOUISSEMENT**

Durant l'exploitation, le front d'enfouissement présente des caractéristiques de drainage typiques. Les conditions de drainage du front d'enfouissement sont estimées pour une épaisseur de six (6) mètres de matières résiduelles non saturées et sans ruissellement possible à l'extérieur du site.

### **2.1.6 PHASE FERMÉE AVEC RECOUVREMENT FINAL**

Les conditions de drainage pour le site avec recouvrement final sont évaluées pour une épaisseur de matières résiduelles saturées de 24 mètres. Le recouvrement imperméable permet le ruissellement sur l'ensemble du site.

## **2.2 MODÉLISATION HYDROLOGIQUE**

En plus des conditions géométriques et climatiques, trois (3) variables influencent les résultats de modélisation, soit :

- le pourcentage de ruissellement;
- la période de simulation;
- la teneur en eau initiale des matières résiduelles.

### **2.2.1 POURCENTAGE DE RUISSÈLEMENT**

Selon la séquence d'exploitation, la géométrie du site peut permettre ou non le ruissellement. Ainsi, sans matières résiduelles, le fond du site ne permet aucun ruissellement.

Durant l'exploitation, lorsque le ruissellement est possible, il a été assumé de façon conservatrice que 75% de la surface considérée pour la condition de drainage, permet l'évacuation de l'eau des précipitations à l'extérieur du site. Une pente très conservatrice de 2% a été appliquée au

## ANNEXE F – ESTIMATION DU DÉBIT DES EAUX DE LIXIVIATION

modèle pour toutes les conditions de ruissellement, sauf pour le front d'enfouissement auquel une pente de 30% a été appliquée.

Pour ce qui est des conditions de drainage en fermeture avec recouvrement imperméable, 100 % de la surface considérée permet le ruissellement. Une pente de 2% a été appliquée au modèle afin de considérer le cas le plus défavorable.

### **2.2.2 PÉRIODE DE SIMULATION**

Le modèle hydrologique permet de varier le nombre d'années de la simulation. Pour les conditions de drainage sans matières résiduelles, la simulation a été réalisée sur cinq (5) ans, selon une approche conservatrice, afin de considérer la situation la plus critique et le maximum de débit pouvant être généré par une surface ouverte.

Durant l'exploitation, les simulations ont été effectuées sur deux (2) ans afin d'obtenir des valeurs représentatives des conditions à court terme de la séquence concernée. Dans les conditions de phase fermée avec recouvrement imperméable, la simulation a été réalisée sur vingt (20) ans (long terme) afin de tenir compte du relargage du lixiviat.

Toutes les périodes de simulation sont jugées conservatrices et permettent d'obtenir des valeurs représentatives des conditions de drainage selon les séquences d'exploitation.

### **2.2.3 TENEUR EN EAU INITIALE**

La teneur en eau initiale des matières résiduelles, dans des conditions non-saturées, est fixée à 23,5 %, ce qui est conservateur considérant que dans les faits, la teneur en eau réelle est plutôt de l'ordre de 20 %. Pour les conditions saturées, le modèle initialise la teneur en eau à environ 29 %.

Pour évaluer les conditions à long terme après la fermeture du site, la teneur en eau initiale des matières résiduelles a été fixée à 30 %.

## ANNEXE F – ESTIMATION DU DÉBIT DES EAUX DE LIXIVIATION

### 3.0 HYPOTHÈSE DE CALCUL ET TABLEAUX DES RÉSULTATS

En fonction de la répartition approximative des surfaces d'enfouissement selon les séquences de remplissage, les débits unitaires ont été calculés avec le modèle HELP. Les données climatologiques ont été initialisées de la façon suivante :

- Pour les précipitations et les températures, les données moyennes mensuelles de la station de Saint-Jérôme (N° 7037400 R-06) ont été saisies et les variations journalières générées en utilisant les coefficients du poste de Caribou dans l'État du Maine.
- Pour les données de radiation solaire et d'évapotranspiration, la latitude du future L.E.T a été saisie et les variations journalières générées en utilisant les coefficients du poste de Caribou dans l'État du Maine.

Les valeurs retenues suite aux résultats des simulations sont représentatives des conditions évaluées et sont en fonction de la valeur de la précipitation totale moyenne annuelle de 1 048,5 mm. L'annexe D présente les données de la station météorologiques de Saint-Jérôme.

Les résultats obtenus pour chacune des situations, sont décrits dans les sections qui suivent et les imprimés du modèle HELP sont présentés à l'annexe F-1.

#### 3.1 PHASE SANS MATIÈRES RÉSIDUELLES

Épaisseur des matières résiduelles	0 m
% ruissellement	0 %
Pente de ruissellement	2 %
Distance de ruissellement	55 m

##### Résultats

Débit annuel moyen	7 110 m <sup>3</sup> /ha/an
% des précipitations	66,4 %

##### Valeurs retenues

Débit annuel moyen	7 340 m <sup>3</sup> /ha/an
% des précipitations	70 %

### 3.2 PHASE EN DÉBUT D'EXPLOITATION

	<i>Phases 1 à 3 non-saturé</i>	<i>Phase 4 non-saturé</i>	<i>Phases 1 à 3 cond. saturée</i>
Épaisseur des matières résiduelles	6 m	6 m	6 m
% ruissellement	75 %	0 %	75 %
Pente de ruissellement	2 %	2 %	2 %
Distance de ruissellement	240 m	-	240 m
<u>Résultats</u>			
Débit annuel moyen	1916 m <sup>3</sup> /ha/an	3 851 m <sup>3</sup> /ha/an	3 734 m <sup>3</sup> /ha/an
% des précipitations	17,3 %	34,7 %	33,7 %
<u>Valeurs retenues</u>			
Débit annuel moyen	2 097 m <sup>3</sup> /ha/an	3 670 m <sup>3</sup> /ha/an	3 670 m <sup>3</sup> /ha/an
% des précipitations	15 %	35 %	35 %

### 3.3 PHASE EN MILIEU D'EXPLOITATION

Épaisseur des matières résiduelles	13 m
% ruissellement	75 %
Pente de ruissellement	2 %
Distance de ruissellement	240 m
Simulation en condition non saturée sur les 7 m supérieurs de matières résiduelles	

#### Résultats

Débit annuel moyen :	1 213 m <sup>3</sup> /ha/an
% des précipitations	10,9 %

#### Valeur retenue

Débit annuel moyen	1 573 m <sup>3</sup> /ha/an
% des précipitations	15 %

### 3.4 PHASE EN FIN D'EXPLOITATION

Épaisseur des matières résiduelles	24 m
% ruissellement	75 %
Pente de ruissellement	2 %
Distance de ruissellement	240
Simulation en conditions non saturées sur les 6 m supérieurs de matières résiduelles	

#### Résultat

Débit annuel moyen	1 412 m <sup>3</sup> /ha/an
% des précipitations	12,7 %

#### Valeur retenue

Débit annuel moyen	1 573 m <sup>3</sup> /ha/an
% des précipitations	15 %

### 3.5 FRONT D'ENFOUISSEMENT

Épaisseur des matières résiduelles	6 m
% du ruissellement	0 %
Pente de ruissellement	30 %
Distance de ruissellement	18 m
Simulation en condition non saturée	

#### Résultat

Débit annuel moyen	3 851 m <sup>3</sup> /ha/an
% des précipitations	34,7 %

#### Valeur retenue

Débit annuel moyen	3 670 m <sup>3</sup> /ha/an
% des précipitations	35 %

**3.6 PHASE FERMÉE AVEC RECOUVREMENT FINAL IMPERMÉABLE AU COURS DES 9 ANNÉES D'EXPLOITATION**

Épaisseur des matières résiduelles	24 m
% ruissellement	100 %
Pente de ruissellement	2 %
Distance de ruissellement	250 m
Simulation en conditions saturées	

Résultats

Débit annuel moyen : (excluant la première année de simulation)	477 m <sup>3</sup> /ha/an
% de précipitations	4,5 %

Valeur retenue

Débit annuel moyen	524 m <sup>3</sup> /ha/an
% des précipitations	5 %

**3.7 PÉRIODE POST-FERMETURE**

	<i>Pente du recouvrement</i>	
	<i>2%</i>	<i>30%</i>
Épaisseur des matières résiduelles	24 m	24 m
% ruissellement	100 %	100 %
Pente de ruissellement	2 %	30 %
Distance de ruissellement	250 m	84 m
<u>Résultats</u>		
Année 10 :		
Débit annuel moyen	1585 m <sup>3</sup> /ha/an	1851 m <sup>3</sup> /ha/an
% des précipitations	14,4 %	17,7 %
Année 11 à 40 :		
Débit annuel moyen	477 m <sup>3</sup> /ha/an	145 m <sup>3</sup> /ha/an
% des précipitations	4,5 %	1,4 %

### 3.8 RÉPARTITION DES SURFACES

Les calculs de débit annuel de lixiviat ont été réalisés suivant une répartition des surfaces représentant les différentes conditions évaluées aux secteurs précédents. La durée (en fraction de l'année) pour laquelle la surface est caractérisée par les conditions de drainage identifiées et est aussi considérée dans le calcul du débit pour les neuf (9) années d'exploitation. L'estimation des surfaces et des durées qui leur sont associés sont conservatrices et permettent d'obtenir des débits maximums. Les deux tableaux suivants présentent les différentes hypothèses de superficies considérées.

<i>Répartition détaillée des surfaces et des durées pour les séquences d'exploitation</i>							
Résumé des hypothèses	Sans matière résiduelle	Début d'exploitation	Début d'exploitation	Phase 4 en début d'exploitation	Milieu ou fin d'exploitation	Front d'enfouissement	Superficie fermée durant l'exploitation
	0 m d'épais. 0% ruissel.	6 m d'épais. 75% ruissel. non saturées	6 m d'épais. 75% ruissel. saturées	6 m d'épais. 0% ruissel. non saturés	13 ou 24 m d'épais. 75% ruissel. en partie saturées et non saturées	6 m d'épais. 0% ruissel. non saturés	24 m d'épais. 100% ruissel. saturés recouv. étanche
% précipitations (10485 m <sup>3</sup> /an)	70%	15%	20%	35%	15%	35%	5%
<b>Année</b>							
1	Superficie (m <sup>2</sup> ) Durée (mois) 261881* 1/12	114720 11/12	0	0	0	17280 11/12	0
2	Superficie (m <sup>2</sup> ) Durée (mois) 0	115481 12/12	132000 12/12	0	0	14400 12/12	0
3	Superficie (m <sup>2</sup> ) Durée (mois) 0	0	235961 6/12	0	235961 6/12	25920 12/12	0
4	Superficie (m <sup>2</sup> ) Durée (mois) 112747 1/12	0	0	0	261881 6/12	12960 6/12	0
	Superficie (m <sup>2</sup> ) Durée (mois) 0	99787 6/12	0	0	165358 6/12	12960 6/12	96523 6/12
5	Superficie (m <sup>2</sup> ) Durée (mois) 0	0	0	0	249305 12/12	28800 12/12	96523 12/12
6	Superficie (m <sup>2</sup> ) Durée (mois) 159204 1/12	0	0	0	249305 6/12	28800 6/12	96523 6/12
	Superficie (m <sup>2</sup> ) Durée (mois) 0	0	0	159204 6/12	114620 6/12	28800 6/12	231208 6/12
7	Superficie (m <sup>2</sup> ) Durée (mois) 0	0	0	0	302624 12/12	0	231208 12/12
8	Superficie (m <sup>2</sup> ) Durée (mois) 0	0	0	0	302624 10/12	0	231208 10/12
	Superficie (m <sup>2</sup> ) Durée (mois) 0	0	0	0	192272 2/12	0	341560 2/12
9	Superficie (m <sup>2</sup> ) Durée (mois) 0	0	0	0	192272 12/12	0	341560 12/12

\* Superficie de la phase 1 au début de l'année + superficie de la phase 2 à la fin de l'année

ANNEXE F – ESTIMATION DU DÉBIT DES EAUX DE LIXIVIATION

Pour les années 10 à 30 (période post-fermeture) les hypothèses suivantes ont été considérées pour l'estimation de la production de lixiviat :

<i>Répartition détaillée des surfaces pour la période post-fermeture</i>				
<i>Année</i>	<i>Superficie fermée (m<sup>2</sup>)</i>			
	<i>Récente (pente de ruissellement)</i>		<i>Depuis plus d'un an (pente de ruissellement)</i>	
	<i>2 %</i>	<i>30 %</i>	<i>2 %</i>	<i>30 %</i>
10	128 790	63 482	218 720	122 840
11 à 39	-	-	347 510	186 322

### 3.9 CALCUL DU DÉBIT DE LIXIVIATION

Le débit pour chaque séquence d'exploitation est calculé en additionnant les débits calculés pour chaque superficie. Le débit de chaque superficie est obtenu en multipliant la surface estimée par la durée annuelle de la période et par la fraction des précipitations évaluée aux sections 3.1 à 3.7.

Par exemple :

Pour l'année 1, on obtient :

$$\begin{aligned}
 &114\,720\text{ m}^2 \times (0,2 \times 1\,048,5\text{ mm}/1000) \times 11\text{ mois}/12\text{ mois} \\
 &+ \\
 &17\,280\text{ m}^2 \times (0,35 \times 1\,048,5\text{ mm}/1000) \times 11\text{ mois}/12\text{ mois} \\
 &+ \\
 &261\,881\text{ m}^2 \times (0,7 \times 1\,048,5\text{ mm}/1000) \times 1\text{ mois}/12\text{ mois} \\
 &= \\
 &43\,882\text{ m}^3/\text{année}
 \end{aligned}$$

Pour l'année 10, on obtient :

$$\begin{aligned}
 &(128\,790\text{ m}^2 \times 1585\text{ m}^3)/10\,000\text{ m}^2 \\
 &+ \\
 &(63\,482\text{ m}^2 \times 1851\text{ m}^3)/10\,000\text{ m}^2 \\
 &+ \\
 &(218\,720\text{ m}^2 \times 477\text{ m}^3)/10\,000\text{ m}^2 \\
 &+ \\
 &(122\,840\text{ m}^2 \times 145\text{ m}^3)/10\,000\text{ m}^2 \\
 &= \\
 &44\,378\text{ m}^3/\text{année}
 \end{aligned}$$

ANNEXE F – ESTIMATION DU DÉBIT DES EAUX DE LIXIVIATION

L'évaluation du débit annuel est présentée au tableau suivant.

<i>Estimation de la production annuelle de lixiviat</i>										
Résumé des hypothèses	Sans matière résiduelle	Débit d'exploitation	Débit d'exploitation	Phase 4 en début d'exploitation	Milieu ou fin d'exploitation	Front d'enfouissement	Superficie fermée durant l'exploitation	Post-fermeture		Total
	0 m d'épais. 0% ruissel.	6 m d'épais. 75% ruissel. non saturées	6 m d'épais. 75% ruissel. saturées	6 m d'épais. 0% ruissel. non saturés	13 ou 24 m d'épais. 75% ruissel. en partie saturées et non saturées	6 m d'épais. 0% ruissel. non saturés	24 m d'épais. 100% ruissel. saturés recouv. étanche	Fermeture récente	Fermeture ancienne	
Année	m <sup>3</sup> /an	m <sup>3</sup> /an	m <sup>3</sup> /an	m <sup>3</sup> /an	m <sup>3</sup> /an	m <sup>3</sup> /an	m <sup>3</sup> /an	m <sup>3</sup> /an	m <sup>3</sup> /an	m <sup>3</sup> /an
1	16017	22052	0	0	0	5813	0	-	-	43882
2	0	24216	48441	0	0	5284	0	-	-	77942
3	0	0	43296	0	18555	9512	0	-	-	71363
4	6896	10463	0	0	33597	4756	2530	-	-	58242
5	0	0	0	0	39209	10569	5060	-	-	54839
6	9737	0	0	29212	28618	10569	8591	-	-	86727
7	0	0	0	0	47595	0	12121	-	-	59716
8	0	0	0	0	44703	0	13085	-	-	57788
9	0	0	0	0	30240	0	17906	-	-	48146
10	-	-	-	-	-	-	-	32164	12214	44378
11 à 40	-	-	-	-	-	-	-	0	19278	19278

## ANNEXE F-1 Résultats du modèle HELP

```

*****
*****
**
**
**          HYDROLOGIC EVALUATION OF LANDFILL PERFORMANCE          **
**          HELP MODEL VERSION 3.07 (1 NOVEMBER 1997)              **
**          DEVELOPED BY ENVIRONMENTAL LABORATORY                  **
**          USAE WATERWAYS EXPERIMENT STATION                    **
**          FOR USEPA RISK REDUCTION ENGINEERING LABORATORY      **
**
**
*****
*****

```

```

PRECIPITATION DATA FILE: C:\HELP\02-1067\STESOPH.D4
TEMPERATURE DATA FILE:  C:\HELP\02-1067\STESOPH.D7
SOLAR RADIATION DATA FILE: C:\HELP\02-1067\STESOPH.D13
EVAPOTRANSPIRATION DATA:  C:\HELP\02-1067\STESOPH.D11
SOIL AND DESIGN DATA FILE: C:\HELP\02-1067\GROM1HA.D10
OUTPUT DATA FILE:        C:\HELP\02-1067\GROM5ANS.OUT

```

```

TIME: 10:39    DATE: 10/22/2002

```

```

*****
TITLE: Intersan - CVER de Sainte-Sophie - Sans MR
*****

```

```

NOTE: INITIAL MOISTURE CONTENT OF THE LAYERS AND SNOW WATER WERE
      COMPUTED AS NEARLY STEADY-STATE VALUES BY THE PROGRAM.

```

LAYER 1

-----

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 5

```

THICKNESS           = 1.00 CM
POROSITY             = 0.4570 VOL/VOL
FIELD CAPACITY      = 0.1310 VOL/VOL
WILTING POINT       = 0.0580 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.1109 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.100000005000E-02 CM/SEC

```

LAYER 2

-----

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 0

```

THICKNESS           = 50.00 CM
POROSITY             = 0.3970 VOL/VOL
FIELD CAPACITY      = 0.0320 VOL/VOL
WILTING POINT       = 0.0130 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0395 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.550000012000 CM/SEC
SLOPE                = 2.00 PERCENT
DRAINAGE LENGTH      = 55.0 METERS

```

LAYER 3

-----  
TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 35

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

LAYER 4  
-----

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 34

THICKNESS = 0.60 CM  
POROSITY = 0.8500 VOL/VOL  
FIELD CAPACITY = 0.0100 VOL/VOL  
WILTING POINT = 0.0050 VOL/VOL  
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0100 VOL/VOL  
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 33.0000000000 CM/SEC  
SLOPE = 2.00 PERCENT  
DRAINAGE LENGTH = 55.0 METERS

LAYER 5  
-----

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 35

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

LAYER 6  
-----

TYPE 3 - BARRIER SOIL LINER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 17

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

GENERAL DESIGN AND EVAPORATIVE ZONE DATA  
-----

NOTE: SCS RUNOFF CURVE NUMBER WAS COMPUTED FROM DEFAULT  
SOIL DATA BASE USING SOIL TEXTURE # 5 WITH BARE  
GROUND CONDITIONS, A SURFACE SLOPE OF 2.3% AND  
A SLOPE LENGTH OF 55. METERS.

SCS RUNOFF CURVE NUMBER = 83.90  
 FRACTION OF AREA ALLOWING RUNOFF = 0.0 PERCENT  
 AREA PROJECTED ON HORIZONTAL PLANE = 1.0000 HECTARES  
 EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM  
 INITIAL WATER IN EVAPORATIVE ZONE = 1.093 CM  
 UPPER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 8.000 CM  
 LOWER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 0.305 CM  
 INITIAL SNOW WATER = 6.978 CM  
 INITIAL WATER IN LAYER MATERIALS = 2.541 CM  
 TOTAL INITIAL WATER = 9.518 CM  
 TOTAL SUBSURFACE INFLOW = 0.00 MM/YR

EVAPOTRANSPIRATION AND WEATHER DATA  
 -----

NOTE: EVAPOTRANSPIRATION DATA WAS OBTAINED FROM  
 CARIBOU MAINE

STATION LATITUDE = 46.52 DEGREES  
 MAXIMUM LEAF AREA INDEX = 0.00  
 START OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 144  
 END OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 260  
 EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM  
 AVERAGE ANNUAL WIND SPEED = 17.00 KPH  
 AVERAGE 1ST QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 70.00 %  
 AVERAGE 2ND QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 69.00 %  
 AVERAGE 3RD QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 76.00 %  
 AVERAGE 4TH QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 78.00 %

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

NORMAL MEAN MONTHLY PRECIPITATION (MM)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
77.4	65.1	68.3	82.6	91.2	101.2
98.6	91.5	100.7	97.3	94.9	81.6

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

NORMAL MEAN MONTHLY TEMPERATURE (DEGREES CELSIUS)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
-11.8	-9.7	-3.6	4.6	12.3	17.3
19.8	18.5	13.2	6.8	0.1	-8.0

NOTE: SOLAR RADIATION DATA WAS SYNTHETICALLY GENERATED USING  
 COEFFICIENTS FOR CARIBOU MAINE  
 AND STATION LATITUDE = 46.52 DEGREES

\*\*\*\*\*  
 AVERAGE MONTHLY VALUES (MM) FOR YEARS 1 THROUGH 5  
 -----

	JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
PRECIPITATION						



\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

AVERAGE ANNUAL TOTALS & (STD. DEVIATIONS) FOR YEARS 1 THROUGH 5				
	MM		CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1071.28	( 86.542)	10712.8	100.00
RUNOFF	0.000	( 0.0000)	0.00	0.000
EVAPOTRANSPIRATION	365.790	( 18.1897)	3657.90	34.145
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	710.98413	( 81.79092)	7109.841	66.36773
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 3	0.00026	( 0.00003)	0.003	0.00002
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 3	5.646	( 0.656)		
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 4	0.00025	( 0.00003)	0.003	0.00002
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 6	0.00001	( 0.00000)	0.000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 5	0.000	( 0.000)		
CHANGE IN WATER STORAGE	-5.494	( 1.6728)	-54.94	-0.513

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

PEAK DAILY VALUES FOR YEARS	1 THROUGH 5	
	(MM)	(CU. METERS)
PRECIPITATION	47.00	470.000
RUNOFF	0.000	0.0000
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	69.57288	695.72882
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 3	0.000023	0.00023
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 3	201.198	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 3	276.757	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 2 (DISTANCE FROM DRAIN)	17.2 METERS	
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 4	0.00002	0.00023
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 6	0.000000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 5	0.000	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 5	0.347	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 4 (DISTANCE FROM DRAIN)	0.0 METERS	
SNOW WATER	423.46	4234.5957
MAXIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)		0.4000
MINIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)		0.0153

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

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

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

FINAL WATER STORAGE AT END OF YEAR 5

LAYER	(CM)	(VOL/VOL)
1	0.1463	0.1463
2	2.1844	0.0437
3	0.0000	0.0000
4	0.0060	0.0100
5	0.0000	0.0000
6	0.4500	0.7500
SNOW WATER	3.985	

\*\*\*\*\*



```

*****
*****
**
**
**          HYDROLOGIC EVALUATION OF LANDFILL PERFORMANCE
**          HELP MODEL VERSION 3.07 (1 NOVEMBER 1997)
**          DEVELOPED BY ENVIRONMENTAL LABORATORY
**          USAE WATERWAYS EXPERIMENT STATION
**          FOR USEPA RISK REDUCTION ENGINEERING LABORATORY
**
*****
*****

```

```

PRECIPITATION DATA FILE: C:\HELP\02-1067\STESOPH.D4
TEMPERATURE DATA FILE:  C:\HELP\02-1067\STESOPH.D7
SOLAR RADIATION DATA FILE: C:\HELP\02-1067\STESOPH.D13
EVAPOTRANSPIRATION DATA:  C:\HELP\02-1067\STESOPH.D11
SOIL AND DESIGN DATA FILE: C:\HELP\02-1067\G6MNSR.D10
OUTPUT DATA FILE:        C:\HELP\02-1067\G6MNSR2.OUT

```

TIME: 15: 7      DATE: 10/24/2002

```

*****
TITLE: Intersan - CVER de Sainte-Sophie - 6,0 m de MR
*****

```

NOTE: INITIAL MOISTURE CONTENT OF THE LAYERS AND SNOW WATER WERE SPECIFIED BY THE USER.

LAYER 1  
-----

```

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 5
THICKNESS           = 20.00 CM
POROSITY             = 0.4570 VOL/VOL
FIELD CAPACITY      = 0.1310 VOL/VOL
WILTING POINT       = 0.0580 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.2077 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.100000005000E-02 CM/SEC

```

LAYER 2  
-----

```

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 18
THICKNESS           = 600.00 CM
POROSITY             = 0.6710 VOL/VOL
FIELD CAPACITY      = 0.2920 VOL/VOL
WILTING POINT       = 0.0770 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.2350 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.100000005000E-02 CM/SEC

```

LAYER 3  
-----

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 0

THICKNESS	=	50.00	CM
POROSITY	=	0.3970	VOL/VOL
FIELD CAPACITY	=	0.0320	VOL/VOL
WILTING POINT	=	0.0130	VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT	=	0.0660	VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND.	=	0.550000012000	CM/SEC
SLOPE	=	2.00	PERCENT
DRAINAGE LENGTH	=	55.0	METERS

LAYER 4

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 35

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

LAYER 5

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 34

THICKNESS	=	0.60	CM
POROSITY	=	0.8500	VOL/VOL
FIELD CAPACITY	=	0.0100	VOL/VOL
WILTING POINT	=	0.0050	VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT	=	0.0100	VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND.	=	33.0000000000	CM/SEC
SLOPE	=	2.00	PERCENT
DRAINAGE LENGTH	=	55.0	METERS

LAYER 6

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 35

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

LAYER 7

TYPE 3 - BARRIER SOIL LINER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 17

THICKNESS	=	0.60	CM
POROSITY	=	0.7500	VOL/VOL
FIELD CAPACITY	=	0.7470	VOL/VOL
WILTING POINT	=	0.4000	VOL/VOL

INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.7500 VOL/VOL  
 EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.300000003000E-08 CM/SEC

GENERAL DESIGN AND EVAPORATIVE ZONE DATA  
 -----

NOTE: SCS RUNOFF CURVE NUMBER WAS COMPUTED FROM DEFAULT  
 SOIL DATA BASE USING SOIL TEXTURE # 5 WITH BARE  
 GROUND CONDITIONS, A SURFACE SLOPE OF 2.% AND  
 A SLOPE LENGTH OF 240. METERS.

SCS RUNOFF CURVE NUMBER = 82.60  
 FRACTION OF AREA ALLOWING RUNOFF = 75.0 PERCENT  
 AREA PROJECTED ON HORIZONTAL PLANE = 1.0000 HECTARES  
 EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM  
 INITIAL WATER IN EVAPORATIVE ZONE = 4.154 CM  
 UPPER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 9.140 CM  
 LOWER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 1.160 CM  
 INITIAL SNOW WATER = 10.900 CM  
 INITIAL WATER IN LAYER MATERIALS = 148.910 CM  
 TOTAL INITIAL WATER = 159.810 CM  
 TOTAL SUBSURFACE INFLOW = 0.00 MM/YR

EVAPOTRANSPIRATION AND WEATHER DATA  
 -----

NOTE: EVAPOTRANSPIRATION DATA WAS OBTAINED FROM  
 CARIBOU MAINE

STATION LATITUDE = 46.52 DEGREES  
 MAXIMUM LEAF AREA INDEX = 0.00  
 START OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 144  
 END OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 260  
 EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM  
 AVERAGE ANNUAL WIND SPEED = 17.00 KPH  
 AVERAGE 1ST QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 70.00 %  
 AVERAGE 2ND QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 69.00 %  
 AVERAGE 3RD QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 76.00 %  
 AVERAGE 4TH QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 78.00 %

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

NORMAL MEAN MONTHLY PRECIPITATION (MM)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
77.4	65.1	68.3	82.6	91.2	101.2
98.6	91.5	100.7	97.3	94.9	81.6

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

NORMAL MEAN MONTHLY TEMPERATURE (DEGREES CELSIUS)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
-11.8	-9.7	-3.6	4.6	12.3	17.3
19.8	18.5	13.2	6.8	0.1	-8.0

NOTE: SOLAR RADIATION DATA WAS SYNTHETICALLY GENERATED USING  
 COEFFICIENTS FOR CARIBOU MAINE  
 AND STATION LATITUDE = 46.52 DEGREES

\*\*\*\*\*

AVERAGE MONTHLY VALUES (MM) FOR YEARS 1 THROUGH 2

	JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
<b>PRECIPITATION</b>						
TOTALS	87.55 100.50	86.70 75.85	97.45 136.75	59.20 87.75	66.05 114.15	94.15 102.85
STD. DEVIATIONS	26.80 16.69	23.05 48.30	58.05 120.56	21.64 63.57	1.91 6.43	6.86 29.77
<b>RUNOFF</b>						
TOTALS	0.000 0.512	0.000 0.052	144.142 1.463	102.646 0.000	0.199 0.311	0.030 0.000
STD. DEVIATIONS	0.000 0.723	0.000 0.074	68.266 2.069	24.217 0.000	0.281 0.439	0.042 0.000
<b>EVAPOTRANSPIRATION</b>						
TOTALS	11.596 86.099	10.567 49.686	10.962 70.117	35.875 41.032	66.920 24.166	80.363 9.455
STD. DEVIATIONS	0.763 2.820	0.657 37.658	1.992 15.656	34.608 4.753	6.043 6.041	8.721 1.114
<b>LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3</b>						
TOTALS	6.5415 2.5038	0.5794 0.6491	0.3683 11.2108	9.5506 41.0875	36.9421 22.8494	19.9089 39.4018
STD. DEVIATIONS	9.1136 3.2440	0.7056 0.6676	0.4052 15.6453	12.9092 57.9167	51.7858 32.1506	27.8057 55.5708
<b>PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4</b>						
TOTALS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
<b>LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5</b>						
TOTALS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
<b>PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 7</b>						
TOTALS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000

AVERAGES OF MONTHLY AVERAGED DAILY HEADS (CM)

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4

AVERAGES	0.0611	0.0060	0.0034	0.0922	0.3450	0.1921
	0.0234	0.0061	0.1082	0.3837	0.2205	0.3679
STD. DEVIATIONS	0.0851	0.0073	0.0038	0.1246	0.4836	0.2683
	0.0303	0.0062	0.1510	0.5408	0.3102	0.5189

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 6

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

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

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

	MM		CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1108.95	( 139.937)	11089.5	100.00
RUNOFF	249.353	( 45.2039)	2493.53	22.486
EVAPOTRANSPIRATION	496.839	( 12.4301)	4968.39	44.803
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	191.59326	(247.47125)	1915.933	17.27700
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.00011	( 0.00006)	0.001	0.00001
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4	1.508	( 1.948)		
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5	0.00010	( 0.00006)	0.001	0.00001
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 7	0.00001	( 0.00000)	0.000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.000	( 0.000)		
CHANGE IN WATER STORAGE	171.165	( 5.5240)	1711.65	15.435

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

PEAK DAILY VALUES FOR YEARS	1 THROUGH 2	
	(MM)	(CU. METERS)
PRECIPITATION	37.60	376.000
RUNOFF	89.053	890.5347
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	4.75720	47.57195
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.000002	0.00002
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4	13.771	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 4	25.618	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 3 (DISTANCE FROM DRAIN)	3.8 METERS	
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5	0.00000	0.00002
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 7	0.000000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.000	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.090	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 5 (DISTANCE FROM DRAIN)	0.0 METERS	
SNOW WATER	317.11	3171.1399
MAXIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)		0.4570
MINIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)		0.0722

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

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

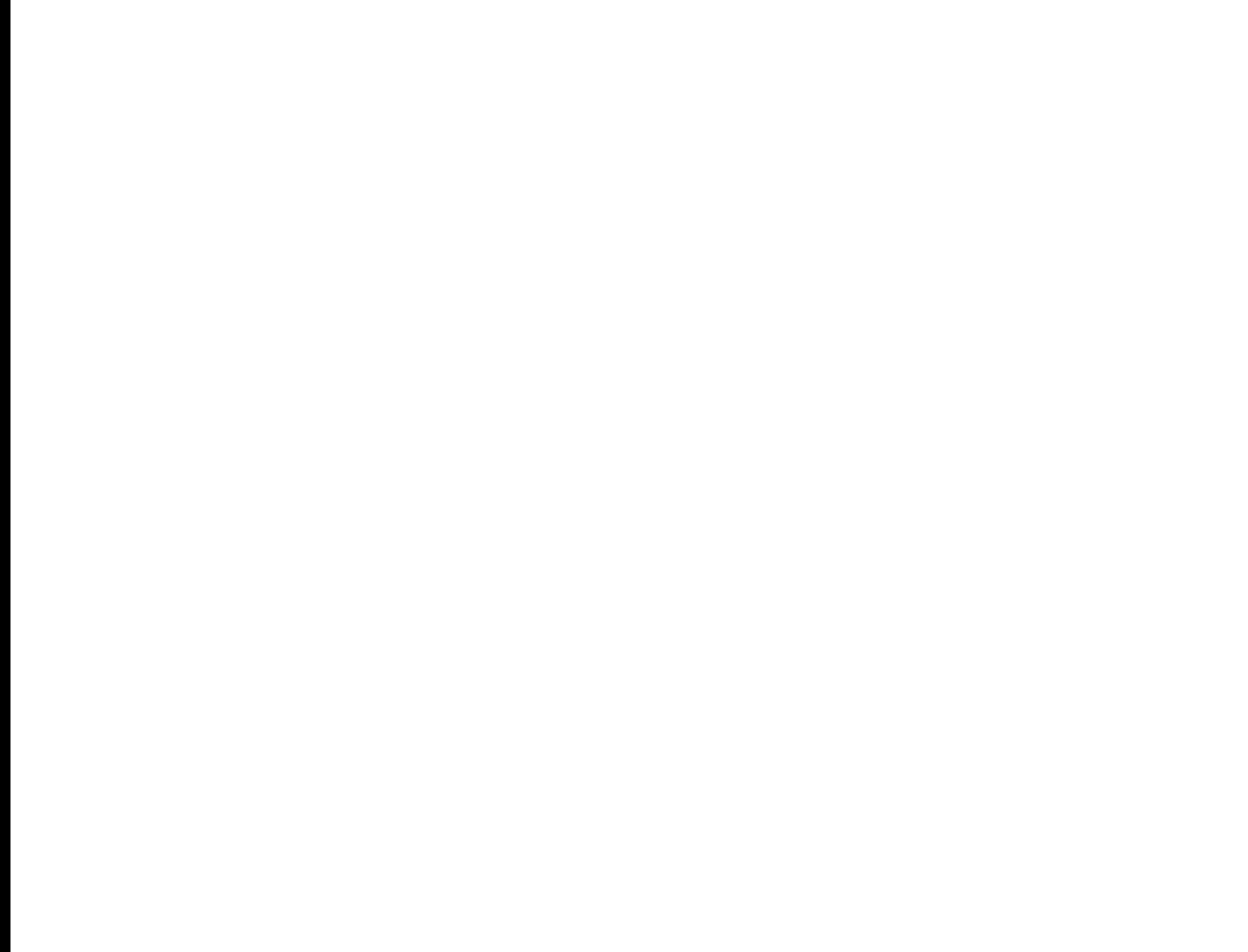
\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

FINAL WATER STORAGE AT END OF YEAR 2

LAYER	(CM)	(VOL/VOL)
1	3.8313	0.1916
2	175.4535	0.2924
3	3.3987	0.0680
4	0.0000	0.0000
5	0.0060	0.0100
6	0.0000	0.0000
7	0.4500	0.7500
SNOW WATER	10.903	

\*\*\*\*\*



```

*****
*****
**
**
**          HYDROLOGIC EVALUATION OF LANDFILL PERFORMANCE          **
**          HELP MODEL VERSION 3.07 (1 NOVEMBER 1997)              **
**          DEVELOPED BY ENVIRONMENTAL LABORATORY                  **
**          USAE WATERWAYS EXPERIMENT STATION                    **
**          FOR USEPA RISK REDUCTION ENGINEERING LABORATORY      **
**
**
*****
*****

```

```

PRECIPITATION DATA FILE:  C:\HELP\02-1067\STESOPH.D4
TEMPERATURE DATA FILE:   C:\HELP\02-1067\STESOPH.D7
SOLAR RADIATION DATA FILE: C:\HELP\02-1067\STESOPH.D13
EVAPOTRANSPIRATION DATA:  C:\HELP\02-1067\STESOPH.D11
SOIL AND DESIGN DATA FILE: C:\HELP\02-1067\G6MNSOR.D10
OUTPUT DATA FILE:        C:\HELP\02-1067\G6MNSOR2.OUT

```

TIME: 10:37      DATE: 10/24/2002

```

*****
TITLE:  Intersan - CVER de Sainte-Sophie - 6,0 m de MR
*****

```

NOTE: INITIAL MOISTURE CONTENT OF THE LAYERS AND SNOW WATER WERE SPECIFIED BY THE USER.

LAYER 1  
-----

```

          TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
          MATERIAL TEXTURE NUMBER 5
THICKNESS           = 20.00 CM
POROSITY            = 0.4570 VOL/VOL
FIELD CAPACITY      = 0.1310 VOL/VOL
WILTING POINT      = 0.0580 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.2077 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.100000005000E-02 CM/SEC

```

LAYER 2  
-----

```

          TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
          MATERIAL TEXTURE NUMBER 18
THICKNESS           = 600.00 CM
POROSITY            = 0.6710 VOL/VOL
FIELD CAPACITY      = 0.2920 VOL/VOL
WILTING POINT      = 0.0770 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.2350 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.100000005000E-02 CM/SEC

```

LAYER 3  
-----

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 0  
 THICKNESS = 50.00 CM  
 POROSITY = 0.3970 VOL/VOL  
 FIELD CAPACITY = 0.0320 VOL/VOL  
 WILTING POINT = 0.0130 VOL/VOL  
 INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0599 VOL/VOL  
 EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.550000012000 CM/SEC  
 SLOPE = 2.00 PERCENT  
 DRAINAGE LENGTH = 55.0 METERS

LAYER 4  
 -----

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 35  
 THICKNESS = 0.15 CM  
 POROSITY = 0.0000 VOL/VOL  
 FIELD CAPACITY = 0.0000 VOL/VOL  
 WILTING POINT = 0.0000 VOL/VOL  
 INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0000 VOL/VOL  
 EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.199999996000E-12 CM/SEC  
 FML PINHOLE DENSITY = 0.00 HOLES/HECTARE  
 FML INSTALLATION DEFECTS = 0.00 HOLES/HECTARE  
 FML PLACEMENT QUALITY = 4 - POOR

LAYER 5  
 -----

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 34  
 THICKNESS = 0.60 CM  
 POROSITY = 0.8500 VOL/VOL  
 FIELD CAPACITY = 0.0100 VOL/VOL  
 WILTING POINT = 0.0050 VOL/VOL  
 INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0100 VOL/VOL  
 EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 33.0000000000 CM/SEC  
 SLOPE = 2.00 PERCENT  
 DRAINAGE LENGTH = 55.0 METERS

LAYER 6  
 -----

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 35  
 THICKNESS = 0.15 CM  
 POROSITY = 0.0000 VOL/VOL  
 FIELD CAPACITY = 0.0000 VOL/VOL  
 WILTING POINT = 0.0000 VOL/VOL  
 INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0000 VOL/VOL  
 EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.199999996000E-12 CM/SEC  
 FML PINHOLE DENSITY = 0.00 HOLES/HECTARE  
 FML INSTALLATION DEFECTS = 0.00 HOLES/HECTARE  
 FML PLACEMENT QUALITY = 4 - POOR

LAYER 7  
 -----

TYPE 3 - BARRIER SOIL LINER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 17  
 THICKNESS = 0.60 CM  
 POROSITY = 0.7500 VOL/VOL  
 FIELD CAPACITY = 0.7470 VOL/VOL  
 WILTING POINT = 0.4000 VOL/VOL

INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.7500 VOL/VOL  
 EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.300000003000E-08 CM/SEC

GENERAL DESIGN AND EVAPORATIVE ZONE DATA  
 -----

NOTE: SCS RUNOFF CURVE NUMBER WAS COMPUTED FROM DEFAULT SOIL DATA BASE USING SOIL TEXTURE # 5 WITH BARE GROUND CONDITIONS, A SURFACE SLOPE OF 2.% AND A SLOPE LENGTH OF 240. METERS.

SCS RUNOFF CURVE NUMBER = 82.60  
 FRACTION OF AREA ALLOWING RUNOFF = 0.0 PERCENT  
 AREA PROJECTED ON HORIZONTAL PLANE = 1.0000 HECTARES  
 EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM  
 INITIAL WATER IN EVAPORATIVE ZONE = 4.154 CM  
 UPPER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 9.140 CM  
 LOWER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 1.160 CM  
 INITIAL SNOW WATER = 0.000 CM  
 INITIAL WATER IN LAYER MATERIALS = 148.605 CM  
 TOTAL INITIAL WATER = 148.605 CM  
 TOTAL SUBSURFACE INFLOW = 0.00 MM/YR

EVAPOTRANSPIRATION AND WEATHER DATA  
 -----

NOTE: EVAPOTRANSPIRATION DATA WAS OBTAINED FROM CARIBOU MAINE

STATION LATITUDE = 46.52 DEGREES  
 MAXIMUM LEAF AREA INDEX = 0.00  
 START OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 144  
 END OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 260  
 EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM  
 AVERAGE ANNUAL WIND SPEED = 17.00 KPH  
 AVERAGE 1ST QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 70.00 %  
 AVERAGE 2ND QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 69.00 %  
 AVERAGE 3RD QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 76.00 %  
 AVERAGE 4TH QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 78.00 %

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

NORMAL MEAN MONTHLY PRECIPITATION (MM)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
77.4	65.1	68.3	82.6	91.2	101.2
98.6	91.5	100.7	97.3	94.9	81.6

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

NORMAL MEAN MONTHLY TEMPERATURE (DEGREES CELSIUS)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
-11.8	-9.7	-3.6	4.6	12.3	17.3
19.8	18.5	13.2	6.8	0.1	-8.0

NOTE: SOLAR RADIATION DATA WAS SYNTHETICALLY GENERATED USING COEFFICIENTS FOR CARIBOU MAINE AND STATION LATITUDE = 46.52 DEGREES

\*\*\*\*\*

AVERAGE MONTHLY VALUES (MM) FOR YEARS 1 THROUGH 2

	JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
<b>PRECIPITATION</b>						
TOTALS	87.55 100.50	86.70 75.85	97.45 136.75	59.20 87.75	66.05 114.15	94.15 102.85
STD. DEVIATIONS	26.80 16.69	23.05 48.30	58.05 120.56	21.64 63.57	1.91 6.43	6.86 29.77
<b>RUNOFF</b>						
TOTALS	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000
STD. DEVIATIONS	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000
<b>EVAPOTRANSPIRATION</b>						
TOTALS	11.091 85.755	10.567 49.936	11.164 69.869	34.477 40.956	68.456 24.164	80.354 9.455
STD. DEVIATIONS	0.049 2.518	0.657 38.018	2.277 16.008	36.582 4.850	8.247 6.038	8.709 1.114
<b>LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3</b>						
TOTALS	11.6002 21.9199	1.0699 0.9672	0.6501 11.6036	56.8014 41.5006	88.1642 25.9025	49.9601 74.9217
STD. DEVIATIONS	2.2028 30.7059	0.0653 1.1200	0.0214 16.2026	79.7446 58.5025	124.2324 28.7656	70.3093 5.7537
<b>PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4</b>						
TOTALS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
<b>LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5</b>						
TOTALS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
<b>PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 7</b>						
TOTALS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000

AVERAGES OF MONTHLY AVERAGED DAILY HEADS (CM)

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4

AVERAGES	0.1083	0.0111	0.0061	0.5481	0.8233	0.4821
	0.2047	0.0090	0.1120	0.3875	0.2499	0.6996
STD. DEVIATIONS	0.0206	0.0007	0.0002	0.7695	1.1601	0.6785
	0.2867	0.0105	0.1563	0.5463	0.2776	0.0537

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 6

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

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

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

	MM		CU. METERS	PERCENT
		( )		
PRECIPITATION	1108.95	( 139.937)	11089.5	100.00
RUNOFF	0.000	( 0.0000)	0.00	0.000
EVAPOTRANSPIRATION	496.245	( 12.6225)	4962.45	44.749
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	385.06158	(417.62650)	3850.616	34.72308
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.00017	( 0.00012)	0.002	0.00002
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4	3.035	( 3.301)		
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5	0.00016	( 0.00012)	0.002	0.00001
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 7	0.00001	( 0.00000)	0.000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.000	( 0.000)		
CHANGE IN WATER STORAGE	227.644	( 10.4357)	2276.44	20.528

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

PEAK DAILY VALUES FOR YEARS	1 THROUGH 2	
	(MM)	(CU. METERS)
PRECIPITATION	37.60	376.000
RUNOFF	0.000	0.0000
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	10.16143	101.61427
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.000003	0.00003
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4	29.416	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 4	52.105	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 3 (DISTANCE FROM DRAIN)	6.3 METERS	
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5	0.00000	0.00003
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 7	0.000000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.000	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.132	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 5 (DISTANCE FROM DRAIN)	0.0 METERS	
SNOW WATER	317.11	3171.1399
MAXIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)	0.4570	
MINIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)	0.0734	

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

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

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

FINAL WATER STORAGE AT END OF YEAR 2

LAYER	(CM)	(VOL/VOL)
1	3.8313	0.1916
2	175.5440	0.2926
3	3.3990	0.0680
4	0.0000	0.0000
5	0.0060	0.0100
6	0.0000	0.0000
7	0.4500	0.7500
SNOW WATER	10.903	

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*



```

*****
*****
**
**
**          HYDROLOGIC EVALUATION OF LANDFILL PERFORMANCE
**          HELP MODEL VERSION 3.07 (1 NOVEMBER 1997)
**          DEVELOPED BY ENVIRONMENTAL LABORATORY
**          USAE WATERWAYS EXPERIMENT STATION
**          FOR USEPA RISK REDUCTION ENGINEERING LABORATORY
**
**
*****
*****

```

```

PRECIPITATION DATA FILE: C:\HELP\02-1067\STESOPH.D4
TEMPERATURE DATA FILE:  C:\HELP\02-1067\STESOPH.D7
SOLAR RADIATION DATA FILE: C:\HELP\02-1067\STESOPH.D13
EVAPOTRANSPIRATION DATA:  C:\HELP\02-1067\STESOPH.D11
SOIL AND DESIGN DATA FILE: C:\HELP\02-1067\G6MSATR.D10
OUTPUT DATA FILE:        C:\HELP\02-1067\G6MSAT2.OUT

```

TIME: 9:45 DATE: 10/25/2002

```

*****
TITLE: Intersan - CVER de Sainte-Sophie - 6,0 m de MR
*****

```

NOTE: INITIAL MOISTURE CONTENT OF THE LAYERS AND SNOW WATER WERE  
COMPUTED AS NEARLY STEADY-STATE VALUES BY THE PROGRAM.

LAYER 1  
-----

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 5

```

THICKNESS           = 20.00 CM
POROSITY             = 0.4570 VOL/VOL
FIELD CAPACITY      = 0.1310 VOL/VOL
WILTING POINT       = 0.0580 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.2077 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.100000005000E-02 CM/SEC

```

LAYER 2  
-----

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 18

```

THICKNESS           = 600.00 CM
POROSITY             = 0.6710 VOL/VOL
FIELD CAPACITY      = 0.2920 VOL/VOL
WILTING POINT       = 0.0770 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.2970 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.100000005000E-02 CM/SEC

```

LAYER 3  
-----

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 0

THICKNESS	=	50.00	CM
POROSITY	=	0.3970	VOL/VOL
FIELD CAPACITY	=	0.0320	VOL/VOL
WILTING POINT	=	0.0130	VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT	=	0.0660	VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND.	=	0.550000012000	CM/SEC
SLOPE	=	2.00	PERCENT
DRAINAGE LENGTH	=	55.0	METERS

LAYER 4

-----

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 35

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

LAYER 5

-----

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 34

THICKNESS	=	0.60	CM
POROSITY	=	0.8500	VOL/VOL
FIELD CAPACITY	=	0.0100	VOL/VOL
WILTING POINT	=	0.0050	VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT	=	0.0100	VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND.	=	33.0000000000	CM/SEC
SLOPE	=	2.00	PERCENT
DRAINAGE LENGTH	=	55.0	METERS

LAYER 6

-----

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 35

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

LAYER 7

-----

TYPE 3 - BARRIER SOIL LINER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 17

THICKNESS	=	0.60	CM
POROSITY	=	0.7500	VOL/VOL
FIELD CAPACITY	=	0.7470	VOL/VOL
WILTING POINT	=	0.4000	VOL/VOL

INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.7500 VOL/VOL  
 EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.300000003000E-08 CM/SEC

GENERAL DESIGN AND EVAPORATIVE ZONE DATA  
 -----

NOTE: SCS RUNOFF CURVE NUMBER WAS COMPUTED FROM DEFAULT  
 SOIL DATA BASE USING SOIL TEXTURE # 5 WITH BARE  
 GROUND CONDITIONS, A SURFACE SLOPE OF 2.% AND  
 A SLOPE LENGTH OF 240. METERS.

SCS RUNOFF CURVE NUMBER = 82.60  
 FRACTION OF AREA ALLOWING RUNOFF = 75.0 PERCENT  
 AREA PROJECTED ON HORIZONTAL PLANE = 1.0000 HECTARES  
 EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM  
 INITIAL WATER IN EVAPORATIVE ZONE = 4.154 CM  
 UPPER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 9.140 CM  
 LOWER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 1.160 CM  
 INITIAL SNOW WATER = 6.978 CM  
 INITIAL WATER IN LAYER MATERIALS = 186.087 CM  
 TOTAL INITIAL WATER = 193.065 CM  
 TOTAL SUBSURFACE INFLOW = 0.00 MM/YR

EVAPOTRANSPIRATION AND WEATHER DATA  
 -----

NOTE: EVAPOTRANSPIRATION DATA WAS OBTAINED FROM  
 CARIBOU MAINE

STATION LATITUDE = 46.52 DEGREES  
 MAXIMUM LEAF AREA INDEX = 0.00  
 START OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 144  
 END OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 260  
 EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM  
 AVERAGE ANNUAL WIND SPEED = 17.00 KPH  
 AVERAGE 1ST QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 70.00 %  
 AVERAGE 2ND QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 69.00 %  
 AVERAGE 3RD QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 76.00 %  
 AVERAGE 4TH QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 78.00 %

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

NORMAL MEAN MONTHLY PRECIPITATION (MM)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
77.4	65.1	68.3	82.6	91.2	101.2
98.6	91.5	100.7	97.3	94.9	81.6

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

NORMAL MEAN MONTHLY TEMPERATURE (DEGREES CELSIUS)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
-11.8	-9.7	-3.6	4.6	12.3	17.3
19.8	18.5	13.2	6.8	0.1	-8.0

NOTE: SOLAR RADIATION DATA WAS SYNTHETICALLY GENERATED USING  
 COEFFICIENTS FOR CARIBOU MAINE  
 AND STATION LATITUDE = 46.52 DEGREES

\*\*\*\*\*

AVERAGE MONTHLY VALUES (MM) FOR YEARS 1 THROUGH 2

	JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
<b>PRECIPITATION</b>						
TOTALS	87.55 100.50	86.70 75.85	97.45 136.75	59.20 87.75	66.05 114.15	94.15 102.85
STD. DEVIATIONS	26.80 16.69	23.05 48.30	58.05 120.56	21.64 63.57	1.91 6.43	6.86 29.77
<b>RUNOFF</b>						
TOTALS	0.000 0.512	0.000 0.052	145.009 1.463	88.536 0.000	0.199 0.311	0.030 0.000
STD. DEVIATIONS	0.000 0.723	0.000 0.074	67.039 2.069	4.263 0.000	0.281 0.439	0.042 0.000
<b>EVAPOTRANSPIRATION</b>						
TOTALS	11.596 86.188	10.567 49.748	11.042 70.108	33.874 40.824	66.505 24.163	80.351 9.455
STD. DEVIATIONS	0.763 2.720	0.657 37.946	2.104 15.649	37.411 4.965	5.797 6.040	8.717 1.114
<b>LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3</b>						
TOTALS	41.9008 11.7425	1.5659 10.8734	0.7978 18.3129	25.8680 44.2296	66.1000 37.0389	31.2512 83.6763
STD. DEVIATIONS	0.0134 9.8156	0.0001 13.8860	0.0042 5.9188	2.1668 53.2545	17.9234 12.2019	22.4047 6.9058
<b>PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4</b>						
TOTALS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
<b>LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5</b>						
TOTALS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
<b>PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 7</b>						
TOTALS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000

AVERAGES OF MONTHLY AVERAGED DAILY HEADS (CM)

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4

AVERAGES	0.3913	0.0162	0.0075	0.2496	0.6173	0.3016
	0.1097	0.1015	0.1767	0.4130	0.3574	0.7814
STD. DEVIATIONS	0.0002	0.0000	0.0000	0.0209	0.1674	0.2162
	0.0917	0.1297	0.0571	0.4973	0.1177	0.0645

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 6

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

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

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

	MM		CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1108.95	( 139.937)	11089.5	100.00
RUNOFF	236.111	( 63.9320)	2361.11	21.291
EVAPOTRANSPIRATION	494.420	( 10.0987)	4944.20	44.584
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	373.35730	( 78.90901)	3733.573	33.66764
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.00015	( 0.00003)	0.002	0.00001
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4	2.936	( 0.624)		
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5	0.00014	( 0.00003)	0.001	0.00001
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 7	0.00001	( 0.00000)	0.000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.000	( 0.000)		
CHANGE IN WATER STORAGE	5.062	( 0.2831)	50.62	0.456

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

PEAK DAILY VALUES FOR YEARS	1 THROUGH 2	
	(MM)	(CO. METERS)
PRECIPITATION	37.60	376.000
RUNOFF	89.053	890.5347
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	3.97416	39.74157
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.000001	0.00001
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4	11.505	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 4	21.588	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 3 (DISTANCE FROM DRAIN)	3.4 METERS	
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5	0.00000	0.00001
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 7	0.000000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.000	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.082	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 5 (DISTANCE FROM DRAIN)	0.0 METERS	
SNOW WATER	317.11	3171.1399
MAXIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)	0.4570	
MINIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)	0.0723	

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

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

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

FINAL WATER STORAGE AT END OF YEAR 2

LAYER	(CM)	(VOL/VOL)
1	3.8314	0.1916
2	175.4853	0.2925
3	3.4013	0.0680
4	0.0000	0.0000
5	0.0060	0.0100
6	0.0000	0.0000
7	0.4500	0.7500
SNOW WATER	10.903	

\*\*\*\*\*





TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 18

THICKNESS = 600.00 CM  
POROSITY = 0.6710 VOL/VOL  
FIELD CAPACITY = 0.2920 VOL/VOL  
WILTING POINT = 0.0770 VOL/VOL  
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.2965 VOL/VOL  
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.100000005000E-02 CM/SEC

LAYER 4  
-----

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 0

THICKNESS = 50.00 CM  
POROSITY = 0.3970 VOL/VOL  
FIELD CAPACITY = 0.0320 VOL/VOL  
WILTING POINT = 0.0130 VOL/VOL  
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0656 VOL/VOL  
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.550000012000 CM/SEC  
SLOPE = 2.00 PERCENT  
DRAINAGE LENGTH = 55.0 METERS

LAYER 5  
-----

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 35

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

LAYER 6  
-----

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 34

THICKNESS = 0.60 CM  
POROSITY = 0.8500 VOL/VOL  
FIELD CAPACITY = 0.0100 VOL/VOL  
WILTING POINT = 0.0050 VOL/VOL  
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0100 VOL/VOL  
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 33.0000000000 CM/SEC  
SLOPE = 2.00 PERCENT  
DRAINAGE LENGTH = 55.0 METERS

LAYER 7  
-----

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 35

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

FML INSTALLATION DEFECTS = 0.00 HOLES/HECTARE  
 FML PLACEMENT QUALITY = 4 - POOR

LAYER 8  
 -----

TYPE 3 - BARRIER SOIL LINER  
 MATERIAL TEXTURE NUMBER 17

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

GENERAL DESIGN AND EVAPORATIVE ZONE DATA  
 -----

NOTE: SCS RUNOFF CURVE NUMBER WAS COMPUTED FROM DEFAULT  
 SOIL DATA BASE USING SOIL TEXTURE # 5 WITH BARE  
 GROUND CONDITIONS, A SURFACE SLOPE OF 2. % AND  
 A SLOPE LENGTH OF 240. METERS.

SCS RUNOFF CURVE NUMBER = 82.60  
 FRACTION OF AREA ALLOWING RUNOFF = 75.0 PERCENT  
 AREA PROJECTED ON HORIZONTAL PLANE = 1.0000 HECTARES  
 EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM  
 INITIAL WATER IN EVAPORATIVE ZONE = 4.154 CM  
 UPPER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 9.140 CM  
 LOWER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 1.160 CM  
 INITIAL SNOW WATER = 10.900 CM  
 INITIAL WATER IN LAYER MATERIALS = 350.290 CM  
 TOTAL INITIAL WATER = 361.190 CM  
 TOTAL SUBSURFACE INFLOW = 0.00 MM/YR

EVAPOTRANSPIRATION AND WEATHER DATA  
 -----

NOTE: EVAPOTRANSPIRATION DATA WAS OBTAINED FROM  
 CARIBOU MAINE

STATION LATITUDE = 46.52 DEGREES  
 MAXIMUM LEAF AREA INDEX = 0.00  
 START OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 144  
 END OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 260  
 EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM  
 AVERAGE ANNUAL WIND SPEED = 17.00 KPH  
 AVERAGE 1ST QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 70.00 %  
 AVERAGE 2ND QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 69.00 %  
 AVERAGE 3RD QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 76.00 %  
 AVERAGE 4TH QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 78.00 %

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

NORMAL MEAN MONTHLY PRECIPITATION (MM)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
77.4	65.1	68.3	82.6	91.2	101.2
98.6	91.5	100.7	97.3	94.9	81.6



PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 8

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

AVERAGES OF MONTHLY AVERAGED DAILY HEADS (CM)

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 5

AVERAGES	0.1812	0.0093	0.0043	0.0030	0.1279	0.2362
	0.0247	0.0069	0.0402	0.0796	0.2182	0.2177
STD. DEVIATIONS	0.2549	0.0120	0.0050	0.0025	0.1761	0.3304
	0.0319	0.0072	0.0546	0.1107	0.3069	0.3065

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 7

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

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

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

	MM		CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1108.95	( 139.937)	11089.5	100.00
RUNOFF	249.352	( 45.2031)	2493.52	22.485
EVAPOTRANSPIRATION	495.977	( 11.5224)	4959.77	44.725
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 4	121.25759	(110.16664)	1212.576	10.93445
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 5	0.00009	( 0.00002)	0.001	0.00001
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 5	0.958	( 0.875)		
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 6	0.00008	( 0.00002)	0.001	0.00001
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.00001	( 0.00000)	0.000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 7	0.000	( 0.000)		
CHANGE IN WATER STORAGE	242.364	( 0.1540)	2423.64	21.855

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

PEAK DAILY VALUES FOR YEARS	1 THROUGH 2	
	(MM)	(CU. METERS)
PRECIPITATION	37.60	376.000
RUNOFF	89.053	890.5347
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 4	4.45365	44.53652
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 5	0.000001	0.00001
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 5	12.893	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 5	24.063	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 4 (DISTANCE FROM DRAIN)	3.7 METERS	
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 6	0.00000	0.00001
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 7	0.000	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 7	0.087	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 6 (DISTANCE FROM DRAIN)	0.0 METERS	
SNOW WATER	317.11	3171.1399
MAXIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)		0.4570
MINIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)		0.0722

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

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

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

FINAL WATER STORAGE AT END OF YEAR 2

LAYER	(CM)	(VOL/VOL)
1	3.8313	0.1916
2	205.6072	0.2937
3	185.9921	0.3100
4	2.8727	0.0575
5	0.0000	0.0000
6	0.0060	0.0100
7	0.0000	0.0000
8	0.4500	0.7500
SNOW WATER	10.903	

\*\*\*\*\*



\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*  
\*\*  
\*\* HYDROLOGIC EVALUATION OF LANDFILL PERFORMANCE \*\*  
\*\* HELP MODEL VERSION 3.07 (1 NOVEMBER 1997) \*\*  
\*\* DEVELOPED BY ENVIRONMENTAL LABORATORY \*\*  
\*\* USAE WATERWAYS EXPERIMENT STATION \*\*  
\*\* FOR USEPA RISK REDUCTION ENGINEERING LABORATORY \*\*  
\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

PRECIPITATION DATA FILE: C:\HELP\02-1067\STESOPH.D4  
TEMPERATURE DATA FILE: C:\HELP\02-1067\STESOPH.D7  
SOLAR RADIATION DATA FILE: C:\HELP\02-1067\STESOPH.D13  
EVAPOTRANSPIRATION DATA: C:\HELP\02-1067\STESOPH.D11  
SOIL AND DESIGN DATA FILE: C:\HELP\02-1067\G24MNSR.D10  
OUTPUT DATA FILE: C:\HELP\02-1067\G24MNSR2.OUT

TIME: 15:46 DATE: 10/24/2002

\*\*\*\*\*  
TITLE: Intersan - CVER de Sainte-Sophie - 24,0 m de MR  
\*\*\*\*\*

NOTE: INITIAL MOISTURE CONTENT OF THE LAYERS AND SNOW WATER  
WERE SPECIFIED BY THE USER.

LAYER 1  
-----

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 5  
THICKNESS = 20.00 CM  
POROSITY = 0.4570 VOL/VOL  
FIELD CAPACITY = 0.1310 VOL/VOL  
WILTING POINT = 0.0580 VOL/VOL  
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.2077 VOL/VOL  
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.100000005000E-02 CM/SEC

LAYER 2  
-----

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 18  
THICKNESS = 600.00 CM  
POROSITY = 0.6710 VOL/VOL  
FIELD CAPACITY = 0.2920 VOL/VOL  
WILTING POINT = 0.0770 VOL/VOL  
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.2350 VOL/VOL  
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.100000005000E-02 CM/SEC

LAYER 3  
-----

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 18

THICKNESS = 1800.00 CM  
POROSITY = 0.6710 VOL/VOL  
FIELD CAPACITY = 0.2920 VOL/VOL  
WILTING POINT = 0.0770 VOL/VOL  
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.2949 VOL/VOL  
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.100000005000E-02 CM/SEC

LAYER 4  
-----

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 0

THICKNESS = 50.00 CM  
POROSITY = 0.3970 VOL/VOL  
FIELD CAPACITY = 0.0320 VOL/VOL  
WILTING POINT = 0.0130 VOL/VOL  
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0650 VOL/VOL  
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.550000012000 CM/SEC  
SLOPE = 2.00 PERCENT  
DRAINAGE LENGTH = 55.0 METERS

LAYER 5  
-----

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 35

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

LAYER 6  
-----

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 34

THICKNESS = 0.60 CM  
POROSITY = 0.8500 VOL/VOL  
FIELD CAPACITY = 0.0100 VOL/VOL  
WILTING POINT = 0.0050 VOL/VOL  
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0100 VOL/VOL  
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 33.0000000000 CM/SEC  
SLOPE = 2.00 PERCENT  
DRAINAGE LENGTH = 55.0 METERS

LAYER 7  
-----

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 35

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

FML INSTALLATION DEFECTS = 0.00 HOLES/HECTARE  
 FML PLACEMENT QUALITY = 4 - POOR

LAYER 8  
 -----

TYPE 3 - BARRIER SOIL LINER  
 MATERIAL TEXTURE NUMBER 17

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

GENERAL DESIGN AND EVAPORATIVE ZONE DATA  
 -----

NOTE: SCS RUNOFF CURVE NUMBER WAS COMPUTED FROM DEFAULT  
 SOIL DATA BASE USING SOIL TEXTURE # 5 WITH BARE  
 GROUND CONDITIONS, A SURFACE SLOPE OF 2.% AND  
 A SLOPE LENGTH OF 240. METERS.

SCS RUNOFF CURVE NUMBER = 82.60  
 FRACTION OF AREA ALLOWING RUNOFF = 75.0 PERCENT  
 AREA PROJECTED ON HORIZONTAL PLANE = 1.0000 HECTARES  
 EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM  
 INITIAL WATER IN EVAPORATIVE ZONE = 4.154 CM  
 UPPER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 9.140 CM  
 LOWER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 1.160 CM  
 INITIAL SNOW WATER = 10.900 CM  
 INITIAL WATER IN LAYER MATERIALS = 679.680 CM  
 TOTAL INITIAL WATER = 690.580 CM  
 TOTAL SUBSURFACE INFLOW = 0.00 MM/YR

EVAPOTRANSPIRATION AND WEATHER DATA  
 -----

NOTE: EVAPOTRANSPIRATION DATA WAS OBTAINED FROM  
 CARIBOU MAINE

STATION LATITUDE = 46.52 DEGREES  
 MAXIMUM LEAF AREA INDEX = 0.00  
 START OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 144  
 END OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 260  
 EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM  
 AVERAGE ANNUAL WIND SPEED = 17.00 KPH  
 AVERAGE 1ST QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 70.00 %  
 AVERAGE 2ND QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 69.00 %  
 AVERAGE 3RD QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 76.00 %  
 AVERAGE 4TH QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 78.00 %

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

NORMAL MEAN MONTHLY PRECIPITATION (MM)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
77.4	65.1	68.3	82.6	91.2	101.2
98.6	91.5	100.7	97.3	94.9	81.6



PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 8

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

AVERAGES OF MONTHLY AVERAGED DAILY HEADS (CM)

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 5

AVERAGES	0.2892	0.0163	0.0053	0.0460	0.1010	0.1387
	0.3474	0.0197	0.0455	0.0617	0.1326	0.1284
STD. DEVIATIONS	0.4076	0.0218	0.0063	0.0573	0.1375	0.1922
	0.4881	0.0252	0.0622	0.0853	0.1858	0.1801

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 7

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

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

	MM		CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1108.95	( 139.937)	11089.5	100.00
RUNOFF	249.353	( 45.2039)	2493.53	22.486
EVAPOTRANSPIRATION	496.839	( 12.4301)	4968.39	44.803
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 4	141.21326	(103.22468)	1412.133	12.73396
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 5	0.00009	( 0.00002)	0.001	0.00001
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 5	1.110	( 0.815)		
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 6	0.00008	( 0.00002)	0.001	0.00001
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.00001	( 0.00000)	0.000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 7	0.000	( 0.000)		
CHANGE IN WATER STORAGE	221.545	( 0.1550)	2215.45	19.978

\*\*\*\*\*

PEAK DAILY VALUES FOR YEARS	1 THROUGH 2	
	(MM)	(CU. METERS)
PRECIPITATION	37.60	376.000
RUNOFF	89.053	890.5347
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 4	4.43156	44.31561
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 5	0.000001	0.00001
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 5	12.829	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 5	23.949	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 4 (DISTANCE FROM DRAIN)	3.6 METERS	
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 6	0.00000	0.00001
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 7	0.000	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 7	0.087	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 6 (DISTANCE FROM DRAIN)	0.0 METERS	
SNOW WATER	317.11	3171.1399
MAXIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)		0.4570
MINIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)		0.0722

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

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

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

FINAL WATER STORAGE AT END OF YEAR 2

LAYER	(CM)	(VOL/VOL)
1	3.8313	0.1916
2	175.4535	0.2924
3	541.8004	0.3010
4	2.4444	0.0489
5	0.0000	0.0000
6	0.0060	0.0100
7	0.0000	0.0000
8	0.4500	0.7500
SNOW WATER	10.903	

\*\*\*\*\*



```

*****
*****
**
**
**          HYDROLOGIC EVALUATION OF LANDFILL PERFORMANCE
**          HELP MODEL VERSION 3.07 (1 NOVEMBER 1997)
**          DEVELOPED BY ENVIRONMENTAL LABORATORY
**          USAE WATERWAYS EXPERIMENT STATION
**          FOR USEPA RISK REDUCTION ENGINEERING LABORATORY
**
**
*****
*****

```

```

PRECIPITATION DATA FILE: C:\HELP\02-1067\STESOPH.D4
TEMPERATURE DATA FILE:  C:\HELP\02-1067\STESOPH.D7
SOLAR RADIATION DATA FILE: C:\HELP\02-1067\STESOPH.D13
EVAPOTRANSPIRATION DATA:  C:\HELP\02-1067\STESOPH.D11
SOIL AND DESIGN DATA FILE: C:\HELP\02-1067\G6MNSFT.D10
OUTPUT DATA FILE:        C:\HELP\02-1067\G6MNSFT2.OUT

```

TIME: 13:35      DATE: 10/24/2002

```

*****
TITLE: Intersan - CVER de Sainte-Sophie - Front pour 6,0 m de MR
*****

```

NOTE: INITIAL MOISTURE CONTENT OF THE LAYERS AND SNOW WATER WERE SPECIFIED BY THE USER.

LAYER 1  
-----

```

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 5
THICKNESS           = 20.00 CM
POROSITY             = 0.4570 VOL/VOL
FIELD CAPACITY      = 0.1310 VOL/VOL
WILTING POINT       = 0.0580 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.2077 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.100000005000E-02 CM/SEC

```

LAYER 2  
-----

```

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 18
THICKNESS           = 600.00 CM
POROSITY             = 0.6710 VOL/VOL
FIELD CAPACITY      = 0.2920 VOL/VOL
WILTING POINT       = 0.0770 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.2350 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.100000005000E-02 CM/SEC

```

LAYER 3  
-----

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 0  
 THICKNESS = 50.00 CM  
 POROSITY = 0.3970 VOL/VOL  
 FIELD CAPACITY = 0.0320 VOL/VOL  
 WILTING POINT = 0.0130 VOL/VOL  
 INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0599 VOL/VOL  
 EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.550000012000 CM/SEC  
 SLOPE = 2.00 PERCENT  
 DRAINAGE LENGTH = 55.0 METERS

LAYER 4  
 -----

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 35  
 THICKNESS = 0.15 CM  
 POROSITY = 0.0000 VOL/VOL  
 FIELD CAPACITY = 0.0000 VOL/VOL  
 WILTING POINT = 0.0000 VOL/VOL  
 INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0000 VOL/VOL  
 EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.199999996000E-12 CM/SEC  
 FML PINHOLE DENSITY = 0.00 HOLES/HECTARE  
 FML INSTALLATION DEFECTS = 0.00 HOLES/HECTARE  
 FML PLACEMENT QUALITY = 4 - POOR

LAYER 5  
 -----

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 34  
 THICKNESS = 0.60 CM  
 POROSITY = 0.8500 VOL/VOL  
 FIELD CAPACITY = 0.0100 VOL/VOL  
 WILTING POINT = 0.0050 VOL/VOL  
 INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0100 VOL/VOL  
 EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 33.0000000000 CM/SEC  
 SLOPE = 2.00 PERCENT  
 DRAINAGE LENGTH = 55.0 METERS

LAYER 6  
 -----

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 35  
 THICKNESS = 0.15 CM  
 POROSITY = 0.0000 VOL/VOL  
 FIELD CAPACITY = 0.0000 VOL/VOL  
 WILTING POINT = 0.0000 VOL/VOL  
 INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0000 VOL/VOL  
 EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.199999996000E-12 CM/SEC  
 FML PINHOLE DENSITY = 0.00 HOLES/HECTARE  
 FML INSTALLATION DEFECTS = 0.00 HOLES/HECTARE  
 FML PLACEMENT QUALITY = 4 - POOR

LAYER 7  
 -----

TYPE 3 - BARRIER SOIL LINER

MATERIAL TEXTURE NUMBER 17  
 THICKNESS = 0.60 CM  
 POROSITY = 0.7500 VOL/VOL  
 FIELD CAPACITY = 0.7470 VOL/VOL  
 WILTING POINT = 0.4000 VOL/VOL

INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.7500 VOL/VOL  
 EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.300000003000E-08 CM/SEC

GENERAL DESIGN AND EVAPORATIVE ZONE DATA  
 -----

NOTE: SCS RUNOFF CURVE NUMBER WAS COMPUTED FROM DEFAULT SOIL DATA BASE USING SOIL TEXTURE # 5 WITH BARE GROUND CONDITIONS, A SURFACE SLOPE OF 30.% AND A SLOPE LENGTH OF 18. METERS.

SCS RUNOFF CURVE NUMBER = 85.90  
 FRACTION OF AREA ALLOWING RUNOFF = 0.0 PERCENT  
 AREA PROJECTED ON HORIZONTAL PLANE = 1.0000 HECTARES  
 EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM  
 INITIAL WATER IN EVAPORATIVE ZONE = 4.154 CM  
 UPPER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 9.140 CM  
 LOWER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 1.160 CM  
 INITIAL SNOW WATER = 0.000 CM  
 INITIAL WATER IN LAYER MATERIALS = 148.605 CM  
 TOTAL INITIAL WATER = 148.605 CM  
 TOTAL SUBSURFACE INFLOW = 0.00 MM/YR

EVAPOTRANSPIRATION AND WEATHER DATA  
 -----

NOTE: EVAPOTRANSPIRATION DATA WAS OBTAINED FROM CARIBOU MAINE

STATION LATITUDE = 46.52 DEGREES  
 MAXIMUM LEAF AREA INDEX = 0.00  
 START OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 144  
 END OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 260  
 EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM  
 AVERAGE ANNUAL WIND SPEED = 17.00 KPH  
 AVERAGE 1ST QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 70.00 %  
 AVERAGE 2ND QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 69.00 %  
 AVERAGE 3RD QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 76.00 %  
 AVERAGE 4TH QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 78.00 %

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

NORMAL MEAN MONTHLY PRECIPITATION (MM)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
77.4	65.1	68.3	82.6	91.2	101.2
98.6	91.5	100.7	97.3	94.9	81.6

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

NORMAL MEAN MONTHLY TEMPERATURE (DEGREES CELSIUS)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
-11.8	-9.7	-3.6	4.6	12.3	17.3
19.8	18.5	13.2	6.8	0.1	-8.0

NOTE: SOLAR RADIATION DATA WAS SYNTHETICALLY GENERATED USING COEFFICIENTS FOR CARIBOU MAINE AND STATION LATITUDE = 46.52 DEGREES

\*\*\*\*\*

AVERAGE MONTHLY VALUES (MM) FOR YEARS 1 THROUGH 2

	JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
<b>PRECIPITATION</b>						
TOTALS	87.55 100.50	86.70 75.85	97.45 136.75	59.20 87.75	66.05 114.15	94.15 102.85
STD. DEVIATIONS	26.80 16.69	23.05 48.30	58.05 120.56	21.64 63.57	1.91 6.43	6.86 29.77
<b>RUNOFF</b>						
TOTALS	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000
STD. DEVIATIONS	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000	0.000 0.000
<b>EVAPOTRANSPIRATION</b>						
TOTALS	11.091 85.755	10.567 49.936	11.164 69.869	34.477 40.956	68.456 24.164	80.354 9.455
STD. DEVIATIONS	0.049 2.518	0.657 38.018	2.277 16.008	36.582 4.850	8.247 6.038	8.709 1.114
<b>LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3</b>						
TOTALS	11.6002 21.9199	1.0699 0.9672	0.6501 11.6036	56.8014 41.5006	88.1642 25.9025	49.9601 74.9217
STD. DEVIATIONS	2.2028 30.7059	0.0653 1.1200	0.0214 16.2026	79.7446 58.5025	124.2324 28.7656	70.3093 5.7537
<b>PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4</b>						
TOTALS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
<b>LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5</b>						
TOTALS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
<b>PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 7</b>						
TOTALS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000

AVERAGES OF MONTHLY AVERAGED DAILY HEADS (CM)

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4

-----						
AVERAGES	0.1083	0.0111	0.0061	0.5481	0.8233	0.4821
	0.2047	0.0090	0.1120	0.3875	0.2499	0.6996
STD. DEVIATIONS	0.0206	0.0007	0.0002	0.7695	1.1601	0.6785
	0.2867	0.0105	0.1563	0.5463	0.2776	0.0537

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 6

-----						
AVERAGES	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

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

	MM		CU. METERS	PERCENT
		( )		
PRECIPITATION	1108.95	( 139.937)	11089.5	100.00
RUNOFF	0.000	( 0.0000)	0.00	0.000
EVAPOTRANSPIRATION	496.245	( 12.6225)	4962.45	44.749
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	385.06158	(417.62650)	3850.616	34.72308
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.00017	( 0.00012)	0.002	0.00002
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4	3.035	( 3.301)		
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5	0.00016	( 0.00012)	0.002	0.00001
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 7	0.00001	( 0.00000)	0.000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.000	( 0.000)		
CHANGE IN WATER STORAGE	227.644	( 10.4357)	2276.44	20.528

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

PEAK DAILY VALUES FOR YEARS	1 THROUGH	2
	(MM)	(CU. METERS)
PRECIPITATION	37.60	376.000
RUNOFF	0.000	0.0000
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	10.16143	101.61427
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.000003	0.00003
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4	29.416	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 4	52.105	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 3 (DISTANCE FROM DRAIN)	6.3 METERS	
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 5	0.00000	0.00003
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 7	0.000000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.000	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 6	0.132	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 5 (DISTANCE FROM DRAIN)	0.0 METERS	
SNOW WATER	317.11	3171.1399
MAXIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)		0.4570
MINIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)		0.0734

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

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

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

FINAL WATER STORAGE AT END OF YEAR 2

LAYER	(CM)	(VOL/VOL)
1	3.8313	0.1916
2	175.5440	0.2926
3	3.3990	0.0680
4	0.0000	0.0000
5	0.0060	0.0100
6	0.0000	0.0000
7	0.4500	0.7500
SNOW WATER	10.903	

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*



```

*****
*****
**
**
**          HYDROLOGIC EVALUATION OF LANDFILL PERFORMANCE          **
**          HELP MODEL VERSION 3.07 (1 NOVEMBER 1997)              **
**          DEVELOPED BY ENVIRONMENTAL LABORATORY                  **
**          USAE WATERWAYS EXPERIMENT STATION                    **
**          FOR USEPA RISK REDUCTION ENGINEERING LABORATORY      **
**
**
*****
*****

```

```

PRECIPITATION DATA FILE:  C:\HELP\02-1067\STESOPH.D4
TEMPERATURE DATA FILE:   C:\HELP\02-1067\STESOPH.D7
SOLAR RADIATION DATA FILE: C:\HELP\02-1067\STESOPH.D13
EVAPOTRANSPIRATION DATA:  C:\HELP\02-1067\STESOPH.D11
SOIL AND DESIGN DATA FILE: C:\HELP\02-1067\G24MFN20.D10
OUTPUT DATA FILE:        C:\HELP\02-1067\G24MFN20.OUT

```

TIME: 8:45 DATE: 1/16/2003

```

*****
TITLE: Intersan - CGIMR de Sainte-Sophie - Recouvrement Final
*****

```

NOTE: INITIAL MOISTURE CONTENT OF THE LAYERS AND SNOW WATER WERE SPECIFIED BY THE USER.

LAYER 1  
-----

```

          TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
          MATERIAL TEXTURE NUMBER 8
THICKNESS           = 15.00 CM
POROSITY            = 0.4630 VOL/VOL
FIELD CAPACITY     = 0.2320 VOL/VOL
WILTING POINT      = 0.1160 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.2320 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.369999994000E-03 CM/SEC

```

LAYER 2  
-----

```

          TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER
          MATERIAL TEXTURE NUMBER 5
THICKNESS           = 45.00 CM
POROSITY            = 0.4570 VOL/VOL
FIELD CAPACITY     = 0.1310 VOL/VOL
WILTING POINT      = 0.0580 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.1310 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.100000005000E-02 CM/SEC
SLOPE               = 2.00 PERCENT
DRAINAGE LENGTH    = 250.0 METERS

```

LAYER 3

-----  
TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 36

THICKNESS = 0.10 CM  
POROSITY = 0.0000 VOL/VOL  
FIELD CAPACITY = 0.0000 VOL/VOL  
WILTING POINT = 0.0000 VOL/VOL  
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0000 VOL/VOL  
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.399999993000E-12 CM/SEC  
FML PINHOLE DENSITY = 2.00 HOLES/HECTARE  
FML INSTALLATION DEFECTS = 3.00 HOLES/HECTARE  
FML PLACEMENT QUALITY = 2 - EXCELLENT

LAYER 4  
-----

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 5

THICKNESS = 30.00 CM  
POROSITY = 0.4570 VOL/VOL  
FIELD CAPACITY = 0.1310 VOL/VOL  
WILTING POINT = 0.0580 VOL/VOL  
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.1310 VOL/VOL  
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.100000005000E-02 CM/SEC

LAYER 5  
-----

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 18

THICKNESS = 600.00 CM  
POROSITY = 0.6710 VOL/VOL  
FIELD CAPACITY = 0.2920 VOL/VOL  
WILTING POINT = 0.0770 VOL/VOL  
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.2920 VOL/VOL  
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.100000005000E-02 CM/SEC

LAYER 6  
-----

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 0

THICKNESS = 1800.00 CM  
POROSITY = 0.6710 VOL/VOL  
FIELD CAPACITY = 0.2920 VOL/VOL  
WILTING POINT = 0.0770 VOL/VOL  
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.3010 VOL/VOL  
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.199999995000E-03 CM/SEC

LAYER 7  
-----

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 0

THICKNESS = 50.00 CM  
POROSITY = 0.3970 VOL/VOL  
FIELD CAPACITY = 0.0320 VOL/VOL  
WILTING POINT = 0.0130 VOL/VOL  
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0320 VOL/VOL  
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.550000012000 CM/SEC  
SLOPE = 2.00 PERCENT  
DRAINAGE LENGTH = 55.0 METERS

LAYER 8

-----

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 35

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

LAYER 9

-----

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 34

THICKNESS	=	0.60	CM
POROSITY	=	0.8500	VOL/VOL
FIELD CAPACITY	=	0.0100	VOL/VOL
WILTING POINT	=	0.0050	VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT	=	0.0100	VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND.	=	33.0000000000	CM/SEC
SLOPE	=	2.00	PERCENT
DRAINAGE LENGTH	=	55.0	METERS

LAYER 10

-----

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 35

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

LAYER 11

-----

TYPE 3 - BARRIER SOIL LINER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 17

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

GENERAL DESIGN AND EVAPORATIVE ZONE DATA

-----

NOTE: SCS RUNOFF CURVE NUMBER WAS COMPUTED FROM DEFAULT

SOIL DATA BASE USING SOIL TEXTURE # 8 WITH A  
 POOR STAND OF GRASS, A SURFACE SLOPE OF 2.8  
 AND A SLOPE LENGTH OF 250. METERS.

SCS RUNOFF CURVE NUMBER = 85.00  
 FRACTION OF AREA ALLOWING RUNOFF = 100.0 PERCENT  
 AREA PROJECTED ON HORIZONTAL PLANE = 1.0000 HECTARES  
 EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM  
 INITIAL WATER IN EVAPORATIVE ZONE = 4.135 CM  
 UPPER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 9.230 CM  
 LOWER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 2.030 CM  
 INITIAL SNOW WATER = 10.900 CM  
 INITIAL WATER IN LAYER MATERIALS = 732.361 CM  
 TOTAL INITIAL WATER = 743.261 CM  
 TOTAL SUBSURFACE INFLOW = 0.00 MM/YR

EVAPOTRANSPIRATION AND WEATHER DATA

NOTE: EVAPOTRANSPIRATION DATA WAS OBTAINED FROM  
 CARIBOU MAINE

STATION LATITUDE = 46.52 DEGREES  
 MAXIMUM LEAF AREA INDEX = 0.00  
 START OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 144  
 END OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 260  
 EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM  
 AVERAGE ANNUAL WIND SPEED = 17.00 KPH  
 AVERAGE 1ST QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 70.00 %  
 AVERAGE 2ND QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 69.00 %  
 AVERAGE 3RD QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 76.00 %  
 AVERAGE 4TH QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 78.00 %

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

NORMAL MEAN MONTHLY PRECIPITATION (MM)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
77.4	65.1	68.3	82.6	91.2	101.2
98.6	91.5	100.7	97.3	94.9	81.6

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

NORMAL MEAN MONTHLY TEMPERATURE (DEGREES CELSIUS)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
-11.8	-9.7	-3.6	4.6	12.3	17.3
19.8	18.5	13.2	6.8	0.1	-8.0

NOTE: SOLAR RADIATION DATA WAS SYNTHETICALLY GENERATED USING  
 COEFFICIENTS FOR CARIBOU MAINE  
 AND STATION LATITUDE = 46.52 DEGREES

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 1

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1010.00	10099.996	100.00

RUNOFF	311.319	3113.193	30.82
EVAPOTRANSPIRATION	534.025	5340.250	52.87
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	7.6912	76.912	0.76
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	19.584753	195.848	1.94
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	159.9983		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	158.4951	1584.951	15.69
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000064	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	1.2604		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000008	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	-1.530	-15.302	-0.15
SOIL WATER AT START OF YEAR	7382.254	73822.539	
SOIL WATER AT END OF YEAR	7419.946	74199.461	
SNOW WATER AT START OF YEAR	109.000	1090.000	10.79
SNOW WATER AT END OF YEAR	69.777	697.775	6.91
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	-0.0008	-0.008	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1207.90	12079.001	100.00
RUNOFF	567.771	5677.711	47.00
EVAPOTRANSPIRATION	530.582	5305.822	43.93
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	21.7320	217.320	1.80
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	51.146751	511.467	4.23
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	456.6770		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	48.4959	484.959	4.01
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.3844		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	39.318	393.184	3.26
SOIL WATER AT START OF YEAR	7419.946	74199.461	
SOIL WATER AT END OF YEAR	7420.009	74200.094	

SNOW WATER AT START OF YEAR	69.777	697.775	5.78
SNOW WATER AT END OF YEAR	109.033	1090.330	9.03
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0004	0.004	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 3

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1097.00	10970.000	100.00
RUNOFF	557.064	5570.637	50.78
EVAPOTRANSPIRATION	523.143	5231.425	47.69
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	20.5307	205.307	1.87
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	47.927757	479.278	4.37
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	423.6914		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	48.2743	482.743	4.40
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.3827		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	-52.011	-520.112	-4.74
SOIL WATER AT START OF YEAR	7420.009	74200.094	
SOIL WATER AT END OF YEAR	7420.828	74208.273	
SNOW WATER AT START OF YEAR	109.033	1090.330	9.94
SNOW WATER AT END OF YEAR	56.203	562.033	5.12
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	-0.0001	-0.001	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 4

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	991.00	9909.999	100.00
RUNOFF	351.763	3517.633	35.50
EVAPOTRANSPIRATION	537.133	5371.328	54.20
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	20.7639	207.639	2.10
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	48.160358	481.604	4.86
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	424.8281		

DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	48.0412	480.412	4.85
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.3797		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	33.299	332.990	3.36
SOIL WATER AT START OF YEAR	7420.828	74208.273	
SOIL WATER AT END OF YEAR	7422.486	74224.867	
SNOW WATER AT START OF YEAR	56.203	562.033	5.67
SNOW WATER AT END OF YEAR	87.844	878.435	8.86
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	-0.0005	-0.005	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 5

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1050.50	10505.002	100.00
RUNOFF	449.278	4492.775	42.77
EVAPOTRANSPIRATION	574.763	5747.632	54.71
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	21.4543	214.543	2.04
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	50.892334	508.923	4.84
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	453.6804		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	50.0648	500.648	4.77
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.3969		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	-45.060	-450.601	-4.29
SOIL WATER AT START OF YEAR	7422.486	74224.867	
SOIL WATER AT END OF YEAR	7425.424	74254.242	
SNOW WATER AT START OF YEAR	87.844	878.435	8.36
SNOW WATER AT END OF YEAR	39.846	398.456	3.79
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0004	0.004	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 6

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1103.10	11031.001	100.00
RUNOFF	498.293	4982.931	45.17
EVAPOTRANSPIRATION	501.039	5010.391	45.42
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	20.8007	208.007	1.89
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	48.744175	487.442	4.42
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	431.9969		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	49.5332	495.332	4.49
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.3928		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	33.433	334.331	3.03
SOIL WATER AT START OF YEAR	7425.424	74254.242	
SOIL WATER AT END OF YEAR	7422.524	74225.242	
SNOW WATER AT START OF YEAR	39.846	398.456	3.61
SNOW WATER AT END OF YEAR	76.179	761.785	6.91
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0008	0.008	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 7

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1029.40	10294.001	100.00
RUNOFF	456.828	4568.281	44.38
EVAPOTRANSPIRATION	516.561	5165.606	50.18
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	20.2770	202.770	1.97
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	46.544048	465.440	4.52
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	409.2076		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	47.4389	474.389	4.61
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.3762		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		

CHANGE IN WATER STORAGE	-11.705	-117.048	-1.14
SOIL WATER AT START OF YEAR	7422.524	74225.242	
SOIL WATER AT END OF YEAR	7417.333	74173.328	
SNOW WATER AT START OF YEAR	76.179	761.785	7.40
SNOW WATER AT END OF YEAR	69.665	696.649	6.77
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0001	0.001	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 8

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1055.70	10556.997	100.00
RUNOFF	430.254	4302.538	40.76
EVAPOTRANSPIRATION	503.583	5035.826	47.70
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	20.7485	207.485	1.97
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	47.809212	478.092	4.53
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	421.2728		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	47.2945	472.945	4.48
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.3738		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	53.821	538.207	5.10
SOIL WATER AT START OF YEAR	7417.333	74173.328	
SOIL WATER AT END OF YEAR	7418.317	74183.172	
SNOW WATER AT START OF YEAR	69.665	696.649	6.60
SNOW WATER AT END OF YEAR	122.502	1225.019	11.60
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	-0.0005	-0.005	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 9

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	935.60	9355.999	100.00
RUNOFF	446.316	4463.161	47.70
EVAPOTRANSPIRATION	515.548	5155.476	55.10

DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	20.5101	205.101	2.19
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	47.899197	478.992	5.12
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	423.2671		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	47.6728	476.728	5.10
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.3780		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	-94.447	-944.471	-10.09
SOIL WATER AT START OF YEAR	7418.317	74183.172	
SOIL WATER AT END OF YEAR	7421.824	74218.234	
SNOW WATER AT START OF YEAR	122.502	1225.019	13.09
SNOW WATER AT END OF YEAR	24.548	245.481	2.62
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0003	0.003	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 10

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	930.60	9306.003	100.00
RUNOFF	355.541	3555.406	38.21
EVAPOTRANSPIRATION	425.154	4251.537	45.69
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	19.3337	193.337	2.08
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	44.297001	442.970	4.76
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	386.3221		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	45.1194	451.194	4.85
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.3578		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	85.453	854.525	9.18
SOIL WATER AT START OF YEAR	7421.824	74218.234	
SOIL WATER AT END OF YEAR	7418.096	74180.961	
SNOW WATER AT START OF YEAR	24.548	245.481	2.64
SNOW WATER AT END OF YEAR	113.728	1137.284	12.22

ANNUAL WATER BUDGET BALANCE                    0.0002                    0.002                    0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 11

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	929.80	9298.003	100.00
RUNOFF	359.922	3599.215	38.71
EVAPOTRANSPIRATION	505.478	5054.781	54.36
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	21.2012	212.012	2.28
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	49.557068	495.571	5.33
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	439.9214		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	48.8014	488.014	5.25
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.3869		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	-5.602	-56.021	-0.60
SOIL WATER AT START OF YEAR	7418.096	74180.961	
SOIL WATER AT END OF YEAR	7422.130	74221.297	
SNOW WATER AT START OF YEAR	113.728	1137.284	12.23
SNOW WATER AT END OF YEAR	104.092	1040.924	11.20
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0001	0.001	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 12

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1027.50	10275.003	100.00
RUNOFF	436.358	4363.576	42.47
EVAPOTRANSPIRATION	571.193	5711.931	55.59
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	21.6097	216.097	2.10
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	50.464024	504.640	4.91
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	448.0314		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	50.2718	502.718	4.89
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00

AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.3976		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	-51.933	-519.333	-5.05
SOIL WATER AT START OF YEAR	7422.130	74221.297	
SOIL WATER AT END OF YEAR	7415.681	74156.805	
SNOW WATER AT START OF YEAR	104.092	1040.924	10.13
SNOW WATER AT END OF YEAR	58.608	586.083	5.70
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0013	0.013	0.00

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 13

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	708.30	7083.001	100.00
RUNOFF	222.496	2224.961	31.41
EVAPOTRANSPIRATION	438.491	4384.915	61.91
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	19.2819	192.819	2.72
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	43.943134	439.431	6.20
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	382.7726		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	45.2499	452.499	6.39
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.3589		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	-17.220	-172.197	-2.43
SOIL WATER AT START OF YEAR	7415.681	74156.805	
SOIL WATER AT END OF YEAR	7375.395	73753.945	
SNOW WATER AT START OF YEAR	58.608	586.083	8.27
SNOW WATER AT END OF YEAR	81.674	816.744	11.53
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0004	0.004	0.00

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 14

-----

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	948.20	9481.999	100.00
RUNOFF	293.306	2933.063	30.93
EVAPOTRANSPIRATION	526.777	5267.775	55.56
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	19.0389	190.390	2.01
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	43.625263	436.253	4.60
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	379.4766		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	43.2025	432.025	4.56
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.3426		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	65.875	658.746	6.95
SOIL WATER AT START OF YEAR	7375.395	73753.945	
SOIL WATER AT END OF YEAR	7418.139	74181.391	
SNOW WATER AT START OF YEAR	81.674	816.744	8.61
SNOW WATER AT END OF YEAR	104.804	1048.043	11.05
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0001	0.001	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 15

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1181.70	11816.997	100.00
RUNOFF	501.638	5016.380	42.45
EVAPOTRANSPIRATION	683.518	6835.178	57.84
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	21.0650	210.650	1.78
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	48.570145	485.701	4.11
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	430.2168		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	47.8723	478.723	4.05
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.3793		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	-72.394	-723.935	-6.13
SOIL WATER AT START OF YEAR	7418.139	74181.391	

SOIL WATER AT END OF YEAR	7418.069	74180.695	
SNOW WATER AT START OF YEAR	104.804	1048.043	8.87
SNOW WATER AT END OF YEAR	32.481	324.806	2.75
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0002	0.002	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 16

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1052.20	10522.001	100.00
RUNOFF	359.871	3598.713	34.20
EVAPOTRANSPIRATION	557.433	5574.332	52.98
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	20.5717	205.717	1.96
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	47.766548	477.665	4.54
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	420.7485		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	47.9839	479.839	4.56
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.3794		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	66.340	663.405	6.30
SOIL WATER AT START OF YEAR	7418.069	74180.695	
SOIL WATER AT END OF YEAR	7420.473	74204.727	
SNOW WATER AT START OF YEAR	32.481	324.806	3.09
SNOW WATER AT END OF YEAR	96.418	964.181	9.16
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	-0.0005	-0.005	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 17

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1071.70	10717.002	100.00
RUNOFF	462.303	4623.035	43.14
EVAPOTRANSPIRATION	550.813	5508.133	51.40
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	20.8741	208.741	1.95
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	48.465939	484.659	4.52

AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	429.1386		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	48.6726	486.726	4.54
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.3858		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	-10.964	-109.643	-1.02
SOIL WATER AT START OF YEAR	7420.473	74204.727	
SOIL WATER AT END OF YEAR	7414.029	74140.297	
SNOW WATER AT START OF YEAR	96.418	964.181	9.00
SNOW WATER AT END OF YEAR	91.897	918.968	8.57
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0009	0.009	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 18

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1124.50	11244.997	100.00
RUNOFF	435.047	4350.470	38.69
EVAPOTRANSPIRATION	588.431	5884.307	52.33
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	20.9333	209.333	1.86
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	48.814754	488.148	4.34
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	432.4572		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	48.1079	481.079	4.28
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.3814		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	31.982	319.822	2.84
SOIL WATER AT START OF YEAR	7414.029	74140.297	
SOIL WATER AT END OF YEAR	7420.907	74209.070	
SNOW WATER AT START OF YEAR	91.897	918.968	8.17
SNOW WATER AT END OF YEAR	117.001	1170.012	10.40
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	-0.0015	-0.015	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 19

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1082.50	10824.997	100.00
RUNOFF	457.406	4574.056	42.25
EVAPOTRANSPIRATION	586.363	5863.631	54.17
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	20.7659	207.659	1.92
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	48.417614	484.176	4.47
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	428.5552		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	48.9161	489.161	4.52
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.3877		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	-30.952	-309.518	-2.86
SOIL WATER AT START OF YEAR	7420.907	74209.070	
SOIL WATER AT END OF YEAR	7420.358	74203.586	
SNOW WATER AT START OF YEAR	117.001	1170.012	10.81
SNOW WATER AT END OF YEAR	86.598	865.982	8.00
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0008	0.008	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 20

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1034.40	10344.001	100.00
RUNOFF	389.982	3899.825	37.70
EVAPOTRANSPIRATION	590.136	5901.365	57.05
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	19.9873	199.873	1.93
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	45.956402	459.564	4.44
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	402.3387		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	45.8789	458.789	4.44
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.3627		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00

PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	-11.585	-115.855	-1.12
SOIL WATER AT START OF YEAR	7420.358	74203.586	
SOIL WATER AT END OF YEAR	7421.300	74213.000	
SNOW WATER AT START OF YEAR	86.598	865.982	8.37
SNOW WATER AT END OF YEAR	74.071	740.709	7.16
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0003	0.003	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

AVERAGE MONTHLY VALUES (MM) FOR YEARS 1 THROUGH 20

	JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
<b>PRECIPITATION</b>						
TOTALS	87.37 103.34	82.79 82.17	62.91 104.37	55.80 94.27	80.97 94.36	96.75 83.48
STD. DEVIATIONS	23.38 31.07	29.13 31.96	36.96 44.46	21.33 33.44	31.90 30.91	33.29 29.10
<b>RUNOFF</b>						
TOTALS	0.000 3.248	0.048 1.743	126.196 12.044	189.921 23.282	2.462 51.735	2.219 4.239
STD. DEVIATIONS	0.000 11.492	0.216 4.143	92.278 25.487	107.895 28.538	5.034 32.098	3.087 12.098
<b>EVAPOTRANSPIRATION</b>						
TOTALS	10.855 87.994	10.188 75.218	14.007 66.719	27.803 40.725	85.138 18.777	90.813 9.773
STD. DEVIATIONS	1.463 22.961	1.580 29.578	2.827 15.052	17.821 6.502	23.017 6.022	31.169 1.434
<b>LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2</b>						
TOTALS	1.5236 1.7232	1.3327 1.7211	1.4024 1.7800	1.4143 1.9329	1.7488 1.9795	1.6734 1.7268
STD. DEVIATIONS	0.3595 0.2971	0.3151 0.2827	0.3310 0.2772	0.3540 0.2810	0.3265 0.1411	0.3034 0.0881
<b>PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 3</b>						
TOTALS	3.4794 3.9265	3.0625 3.9382	3.2431 4.1771	3.2801 4.6493	3.9830 4.8892	3.8105 3.9904
STD. DEVIATIONS	0.8205 0.6262	0.7235 0.6238	0.7648 0.6648	0.8167 0.7854	0.6915 0.4858	0.6391 0.2836
<b>LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7</b>						
TOTALS	4.1332 4.6664	4.1336 4.6592	4.4449 4.4416	4.1406 4.8335	4.0030 4.5125	4.3789 4.9222
STD. DEVIATIONS	1.0315	2.5524	3.3146	3.1522	3.2129	2.8879

	2.8478	2.7488	2.5969	2.9562	0.7576	1.1534
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 8						
TOTALS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9						
TOTALS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 11						
TOTALS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000

-----  
AVERAGES OF MONTHLY AVERAGED DAILY HEADS (CM)  
-----

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 3						
AVERAGES	35.5684 40.6809	34.1277 40.8091	32.7403 45.3730	34.5020 49.3972	41.3925 54.2550	40.6305 41.3991
STD. DEVIATIONS	8.3933 7.3146	8.0536 7.3661	7.7265 8.1892	8.8477 9.4360	7.9617 6.0802	7.6459 3.4328
DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 8						
AVERAGES	0.0386 0.0436	0.0424 0.0435	0.0415 0.0429	0.0400 0.0451	0.0374 0.0435	0.0423 0.0460
STD. DEVIATIONS	0.0096 0.0266	0.0265 0.0257	0.0310 0.0251	0.0304 0.0276	0.0300 0.0073	0.0279 0.0108
DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 10						
AVERAGES	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000	0.0000 0.0000

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

AVERAGE ANNUAL TOTALS & (STD. DEVIATIONS) FOR YEARS 1 THROUGH 20				
	MM		CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1028.58	( 107.706)	10285.8	100.00
RUNOFF	417.138	( 86.9832)	4171.38	40.555
EVAPOTRANSPIRATION	538.008	( 55.9119)	5380.08	52.306
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	19.95857	( 2.97879)	199.586	1.94040
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH	46.42932	( 6.65908)	464.293	4.51392

LAYER 3				
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 3	409.230 ( 62.469)			
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	53.26938 ( 24.82803)	532.694	5.17892	
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.00006 ( 0.00000)	0.001	0.00001	
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.422 ( 0.198)			
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.00005 ( 0.00000)	0.001	0.00001	
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.00001 ( 0.00000)	0.000	0.00000	
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.000 ( 0.000)			
CHANGE IN WATER STORAGE	0.206 ( 1.9583)	2.06	0.020	

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

PEAK DAILY VALUES FOR YEARS	1 THROUGH 20	
	(MM)	(CU. METERS)
PRECIPITATION	60.60	606.000
RUNOFF	150.058	1500.5785
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	0.06985	0.69847
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 3	0.178258	1.78258
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 3	599.995	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 3	888.933	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 2 (DISTANCE FROM DRAIN)	64.7 METERS	
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	0.78798	7.87985
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 8	2.281	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 8	4.477	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 7 (DISTANCE FROM DRAIN)	1.0 METERS	
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.00000	0.00000
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.000	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.035	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 9 (DISTANCE FROM DRAIN)	0.0 METERS	
SNOW WATER	423.46	4234.5957
MAXIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)		0.4615
MINIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)		0.1015

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

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

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

FINAL WATER STORAGE AT END OF YEAR 20

LAYER	(CM)	(VOL/VOL)
1	6.9400	0.4627
2	20.0198	0.4449
3	0.0000	0.0000
4	5.7425	0.1914
5	175.2000	0.2920
6	525.6000	0.2920
7	2.3073	0.0461
8	0.0000	0.0000
9	0.0060	0.0100
10	0.0000	0.0000
11	0.4500	0.7500
SNOW WATER	7.407	

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*





-----  
TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 36

THICKNESS = 0.10 CM  
POROSITY = 0.0000 VOL/VOL  
FIELD CAPACITY = 0.0000 VOL/VOL  
WILTING POINT = 0.0000 VOL/VOL  
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0000 VOL/VOL  
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.39999993000E-12 CM/SEC  
FML PINHOLE DENSITY = 2.00 HOLES/HECTARE  
FML INSTALLATION DEFECTS = 3.00 HOLES/HECTARE  
FML PLACEMENT QUALITY = 2 - EXCELLENT

LAYER 4  
-----

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 5

THICKNESS = 30.00 CM  
POROSITY = 0.4570 VOL/VOL  
FIELD CAPACITY = 0.1310 VOL/VOL  
WILTING POINT = 0.0580 VOL/VOL  
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.1310 VOL/VOL  
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.100000005000E-02 CM/SEC

LAYER 5  
-----

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 18

THICKNESS = 600.00 CM  
POROSITY = 0.6710 VOL/VOL  
FIELD CAPACITY = 0.2920 VOL/VOL  
WILTING POINT = 0.0770 VOL/VOL  
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.2920 VOL/VOL  
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.100000005000E-02 CM/SEC

LAYER 6  
-----

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 0

THICKNESS = 2400.00 CM  
POROSITY = 0.6710 VOL/VOL  
FIELD CAPACITY = 0.2920 VOL/VOL  
WILTING POINT = 0.0770 VOL/VOL  
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.3010 VOL/VOL  
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.199999995000E-03 CM/SEC

LAYER 7  
-----

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 0

THICKNESS = 50.00 CM  
POROSITY = 0.3970 VOL/VOL  
FIELD CAPACITY = 0.0320 VOL/VOL  
WILTING POINT = 0.0130 VOL/VOL  
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0320 VOL/VOL  
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.550000012000 CM/SEC  
SLOPE = 2.00 PERCENT  
DRAINAGE LENGTH = 55.0 METERS

LAYER 8

-----

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 35

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

LAYER 9

-----

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 34

THICKNESS	=	0.60	CM
POROSITY	=	0.8500	VOL/VOL
FIELD CAPACITY	=	0.0100	VOL/VOL
WILTING POINT	=	0.0050	VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT	=	0.0100	VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND.	=	33.0000000000	CM/SEC
SLOPE	=	2.00	PERCENT
DRAINAGE LENGTH	=	55.0	METERS

LAYER 10

-----

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 35

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

LAYER 11

-----

TYPE 3 - BARRIER SOIL LINER  
MATERIAL TEXTURE NUMBER 17

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

GENERAL DESIGN AND EVAPORATIVE ZONE DATA

-----

NOTE: SCS RUNOFF CURVE NUMBER WAS COMPUTED FROM DEFAULT

SOIL DATA BASE USING SOIL TEXTURE # 8 WITH A  
 POOR STAND OF GRASS, A SURFACE SLOPE OF 30.8  
 AND A SLOPE LENGTH OF 84. METERS.

SCS RUNOFF CURVE NUMBER = 86.80  
 FRACTION OF AREA ALLOWING RUNOFF = 100.0 PERCENT  
 AREA PROJECTED ON HORIZONTAL PLANE = 1.0000 HECTARES  
 EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM  
 INITIAL WATER IN EVAPORATIVE ZONE = 4.135 CM  
 UPPER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 9.230 CM  
 LOWER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 2.030 CM  
 INITIAL SNOW WATER = 10.900 CM  
 INITIAL WATER IN LAYER MATERIALS = 912.961 CM  
 TOTAL INITIAL WATER = 923.861 CM  
 TOTAL SUBSURFACE INFLOW = 0.00 MM/YR

EVAPOTRANSPIRATION AND WEATHER DATA  
 -----

NOTE: EVAPOTRANSPIRATION DATA WAS OBTAINED FROM  
 CARIBOU MAINE

STATION LATITUDE = 46.52 DEGREES  
 MAXIMUM LEAF AREA INDEX = 0.00  
 START OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 144  
 END OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) = 260  
 EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 20.0 CM  
 AVERAGE ANNUAL WIND SPEED = 17.00 KPH  
 AVERAGE 1ST QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 70.00 %  
 AVERAGE 2ND QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 69.00 %  
 AVERAGE 3RD QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 76.00 %  
 AVERAGE 4TH QUARTER RELATIVE HUMIDITY = 78.00 %

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

NORMAL MEAN MONTHLY PRECIPITATION (MM)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
77.4	65.1	68.3	82.6	91.2	101.2
98.6	91.5	100.7	97.3	94.9	81.6

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

NORMAL MEAN MONTHLY TEMPERATURE (DEGREES CELSIUS)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
-11.8	-9.7	-3.6	4.6	12.3	17.3
19.8	18.5	13.2	6.8	0.1	-8.0

NOTE: SOLAR RADIATION DATA WAS SYNTHETICALLY GENERATED USING  
 COEFFICIENTS FOR CARIBOU MAINE  
 AND STATION LATITUDE = 46.52 DEGREES

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 1

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1010.00	10099.996	100.00

RUNOFF	277.306	2773.055	27.46
EVAPOTRANSPIRATION	531.664	5316.645	52.64
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	158.3906	1583.906	15.68
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	10.568797	105.688	1.05
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	76.2789		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	185.0779	1850.779	18.32
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000065	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	1.4700		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	-142.439	-1424.387	-14.10
SOIL WATER AT START OF YEAR	9188.254	91882.539	
SOIL WATER AT END OF YEAR	9085.037	90850.375	
SNOW WATER AT START OF YEAR	109.000	1090.000	10.79
SNOW WATER AT END OF YEAR	69.777	697.775	6.91
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	-0.0002	-0.002	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1207.90	12079.001	100.00
RUNOFF	376.428	3764.280	31.16
EVAPOTRANSPIRATION	498.822	4988.223	41.30
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	282.6543	2826.543	23.40
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	18.328260	183.283	1.52
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	136.6733		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	38.4608	384.608	3.18
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000062	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.3100		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	11.536	115.356	0.96
SOIL WATER AT START OF YEAR	9085.037	90850.367	
SOIL WATER AT END OF YEAR	9057.316	90573.164	

SNOW WATER AT START OF YEAR	69.777	697.775	5.78
SNOW WATER AT END OF YEAR	109.033	1090.330	9.03
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	-0.0010	-0.010	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 3

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1097.00	10970.000	100.00
RUNOFF	458.125	4581.247	41.76
EVAPOTRANSPIRATION	500.247	5002.471	45.60
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	188.5141	1885.141	17.18
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	13.298429	132.984	1.21
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	91.1836		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	16.6063	166.063	1.51
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000061	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.1325		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	-66.492	-664.917	-6.06
SOIL WATER AT START OF YEAR	9057.316	90573.164	
SOIL WATER AT END OF YEAR	9043.655	90436.547	
SNOW WATER AT START OF YEAR	109.033	1090.330	9.94
SNOW WATER AT END OF YEAR	56.203	562.033	5.12
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	-0.0005	-0.005	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 4

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	991.00	9909.999	100.00
RUNOFF	224.866	2248.658	22.69
EVAPOTRANSPIRATION	486.465	4864.649	49.09
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	221.8625	2218.625	22.39
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	15.060471	150.605	1.52
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	107.0401		

DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	12.8084	128.084	1.29
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.1018		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	44.997	449.968	4.54
SOIL WATER AT START OF YEAR	9043.655	90436.555	
SOIL WATER AT END OF YEAR	9057.012	90570.125	
SNOW WATER AT START OF YEAR	56.203	562.033	5.67
SNOW WATER AT END OF YEAR	87.844	878.435	8.86
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0014	0.014	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 5

	MM	CU. METERS	PERCENT
	-----	-----	-----
PRECIPITATION	1050.50	10505.002	100.00
RUNOFF	315.468	3154.683	30.03
EVAPOTRANSPIRATION	539.252	5392.522	51.33
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	234.0160	2340.160	22.28
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	15.886600	158.866	1.51
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	112.9487		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	16.4899	164.899	1.57
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.1313		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	-54.726	-547.261	-5.21
SOIL WATER AT START OF YEAR	9057.012	90570.117	
SOIL WATER AT END OF YEAR	9050.283	90502.828	
SNOW WATER AT START OF YEAR	87.844	878.435	8.36
SNOW WATER AT END OF YEAR	39.846	398.456	3.79
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	-0.0002	-0.002	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 6

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1103.10	11031.001	100.00
RUNOFF	320.366	3203.665	29.04
EVAPOTRANSPIRATION	479.263	4792.628	43.45
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	237.4527	2374.527	21.53
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	15.658800	156.588	1.42
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	114.7822		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	14.3503	143.503	1.30
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000058	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.1144		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000008	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	51.668	516.684	4.68
SOIL WATER AT START OF YEAR	9050.283	90502.828	
SOIL WATER AT END OF YEAR	9065.618	90656.187	
SNOW WATER AT START OF YEAR	39.846	398.456	3.61
SNOW WATER AT END OF YEAR	76.179	761.785	6.91
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	-0.0008	-0.008	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 7

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1029.40	10294.001	100.00
RUNOFF	385.965	3859.654	37.49
EVAPOTRANSPIRATION	485.276	4852.760	47.14
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	172.2478	1722.478	16.73
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	12.549889	125.499	1.22
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	83.2774		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	17.1959	171.959	1.67
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.1371		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		

CHANGE IN WATER STORAGE	-31.284	-312.842	-3.04
SOIL WATER AT START OF YEAR	9065.618	90656.180	
SOIL WATER AT END OF YEAR	9040.848	90408.469	
SNOW WATER AT START OF YEAR	76.179	761.785	7.40
SNOW WATER AT END OF YEAR	69.665	696.649	6.77
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	-0.0009	-0.009	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 8

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1055.70	10556.997	100.00
RUNOFF	404.586	4045.855	38.32
EVAPOTRANSPIRATION	455.282	4552.823	43.13
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	148.7908	1487.909	14.09
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	10.965062	109.651	1.04
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	71.7531		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	11.2011	112.011	1.06
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.0889		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	35.839	358.388	3.39
SOIL WATER AT START OF YEAR	9040.848	90408.477	
SOIL WATER AT END OF YEAR	9023.850	90238.500	
SNOW WATER AT START OF YEAR	69.665	696.649	6.60
SNOW WATER AT END OF YEAR	122.502	1225.019	11.60
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0011	0.011	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 9

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	935.60	9355.999	100.00
RUNOFF	285.659	2856.592	30.53
EVAPOTRANSPIRATION	487.450	4874.499	52.10

DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	214.4831	2144.831	22.92
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	14.384624	143.846	1.54
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	103.4207		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	10.2455	102.455	1.10
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000059	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.0816		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000008	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	-62.238	-622.382	-6.65
SOIL WATER AT START OF YEAR	9023.850	90238.500	
SOIL WATER AT END OF YEAR	9059.565	90595.656	
SNOW WATER AT START OF YEAR	122.502	1225.019	13.09
SNOW WATER AT END OF YEAR	24.548	245.481	2.62
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0004	0.004	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 10

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	930.60	9306.003	100.00
RUNOFF	297.243	2972.432	31.94
EVAPOTRANSPIRATION	410.039	4100.387	44.06
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	140.2800	1402.800	15.07
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	10.450010	104.500	1.12
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	67.9076		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	16.4703	164.703	1.77
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.1313		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	66.568	665.677	7.15
SOIL WATER AT START OF YEAR	9059.565	90595.656	
SOIL WATER AT END OF YEAR	9036.953	90369.531	
SNOW WATER AT START OF YEAR	24.548	245.481	2.64
SNOW WATER AT END OF YEAR	113.728	1137.284	12.22

ANNUAL WATER BUDGET BALANCE                    0.0003                    0.003                    0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 11

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	929.80	9298.003	100.00
RUNOFF	308.034	3080.335	33.13
EVAPOTRANSPIRATION	452.680	4526.797	48.69
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	179.8064	1798.064	19.34
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	12.820166	128.202	1.38
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	86.5018		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	9.9071	99.071	1.07
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.0786		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	-20.627	-206.268	-2.22
SOIL WATER AT START OF YEAR	9036.953	90369.531	
SOIL WATER AT END OF YEAR	9025.962	90259.617	
SNOW WATER AT START OF YEAR	113.728	1137.284	12.23
SNOW WATER AT END OF YEAR	104.092	1040.924	11.20
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0003	0.003	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 12

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1027.50	10275.003	100.00
RUNOFF	342.934	3429.344	33.38
EVAPOTRANSPIRATION	507.399	5073.994	49.38
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	215.3702	2153.702	20.96
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	14.753489	147.535	1.44
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	103.5783		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	13.8826	138.826	1.35
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00

AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.1098		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	-52.087	-520.868	-5.07
SOIL WATER AT START OF YEAR	9025.962	90259.617	
SOIL WATER AT END OF YEAR	9019.359	90193.594	
SNOW WATER AT START OF YEAR	104.092	1040.924	10.13
SNOW WATER AT END OF YEAR	58.608	586.083	5.70
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0005	0.005	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 13

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	708.30	7083.001	100.00
RUNOFF	204.428	2044.282	28.86
EVAPOTRANSPIRATION	403.777	4037.771	57.01
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	81.8320	818.320	11.55
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	6.965681	69.657	0.98
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	39.5410		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	12.6872	126.872	1.79
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.1011		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	5.576	55.758	0.79
SOIL WATER AT START OF YEAR	9019.359	90193.594	
SOIL WATER AT END OF YEAR	9001.869	90018.687	
SNOW WATER AT START OF YEAR	58.608	586.083	8.27
SNOW WATER AT END OF YEAR	81.674	816.744	11.53
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	-0.0003	-0.003	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 14

-----

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	948.20	9481.999	100.00
RUNOFF	283.546	2835.464	29.90
EVAPOTRANSPIRATION	519.164	5191.636	54.75
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	85.3333	853.333	9.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	6.960724	69.607	0.73
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	41.1226		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	6.1711	61.711	0.65
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000061	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.0491		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	53.986	539.861	5.69
SOIL WATER AT START OF YEAR	9001.869	90018.687	
SOIL WATER AT END OF YEAR	9032.726	90327.250	
SNOW WATER AT START OF YEAR	81.674	816.744	8.61
SNOW WATER AT END OF YEAR	104.804	1048.043	11.05
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	-0.0007	-0.007	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 15

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1181.70	11816.997	100.00
RUNOFF	437.673	4376.729	37.04
EVAPOTRANSPIRATION	627.606	6276.057	53.11
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	175.1995	1751.995	14.83
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	12.446628	124.466	1.05
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	84.5311		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	7.5264	75.264	0.64
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.0599		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	-66.306	-663.055	-5.61
SOIL WATER AT START OF YEAR	9032.726	90327.250	

SOIL WATER AT END OF YEAR	9038.743	90387.437	
SNOW WATER AT START OF YEAR	104.804	1048.043	8.87
SNOW WATER AT END OF YEAR	32.481	324.806	2.75
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0007	0.007	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 16

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1052.20	10522.001	100.00
RUNOFF	233.581	2335.811	22.20
EVAPOTRANSPIRATION	519.425	5194.251	49.37
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	206.0094	2060.094	19.58
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	14.170162	141.702	1.35
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	99.3764		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	12.5137	125.137	1.19
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000060	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.0992		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000008	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	80.671	806.714	7.67
SOIL WATER AT START OF YEAR	9038.743	90387.437	
SOIL WATER AT END OF YEAR	9055.478	90554.773	
SNOW WATER AT START OF YEAR	32.481	324.806	3.09
SNOW WATER AT END OF YEAR	96.418	964.181	9.16
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	-0.0007	-0.007	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 17

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1071.70	10717.002	100.00
RUNOFF	349.168	3491.676	32.58
EVAPOTRANSPIRATION	509.580	5095.801	47.55
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	222.9299	2229.299	20.80
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	15.163043	151.630	1.41

AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	107.7462		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	15.1148	151.148	1.41
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.1204		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	-25.093	-250.929	-2.34
SOIL WATER AT START OF YEAR	9055.478	90554.773	
SOIL WATER AT END OF YEAR	9034.905	90349.055	
SNOW WATER AT START OF YEAR	96.418	964.181	9.00
SNOW WATER AT END OF YEAR	91.897	918.968	8.57
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0006	0.006	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 18

	MM	CU. METERS	PERCENT
	-----	-----	-----
PRECIPITATION	1124.50	11244.997	100.00
RUNOFF	328.196	3281.956	29.19
EVAPOTRANSPIRATION	550.802	5508.018	48.98
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	197.1864	1971.864	17.54
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	13.748960	137.490	1.22
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	95.1553		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	14.2838	142.838	1.27
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.1139		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	34.033	340.325	3.03
SOIL WATER AT START OF YEAR	9034.905	90349.047	
SOIL WATER AT END OF YEAR	9043.833	90438.328	
SNOW WATER AT START OF YEAR	91.897	918.968	8.17
SNOW WATER AT END OF YEAR	117.001	1170.012	10.40
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	-0.0004	-0.004	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 19

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1082.50	10824.997	100.00
RUNOFF	333.500	3334.997	30.81
EVAPOTRANSPIRATION	545.310	5453.103	50.38
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	217.9543	2179.543	20.13
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	14.899307	148.993	1.38
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	105.2366		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	14.1910	141.910	1.31
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000063	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.1131		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	-28.456	-284.559	-2.63
SOIL WATER AT START OF YEAR	9043.833	90438.328	
SOIL WATER AT END OF YEAR	9045.780	90457.805	
SNOW WATER AT START OF YEAR	117.001	1170.012	10.81
SNOW WATER AT END OF YEAR	86.598	865.982	8.00
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0001	0.001	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 20

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1034.40	10344.001	100.00
RUNOFF	296.858	2968.578	28.70
EVAPOTRANSPIRATION	560.820	5608.202	54.22
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	165.8574	1658.574	16.03
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3	11.898800	118.988	1.15
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3	79.9436		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	15.0364	150.364	1.45
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000062	0.001	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.1193		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.0001	0.001	0.00

PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000009	0.000	0.00
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.0000		
CHANGE IN WATER STORAGE	-4.172	-41.720	-0.40
SOIL WATER AT START OF YEAR	9045.780	90457.805	
SOIL WATER AT END OF YEAR	9054.136	90541.359	
SNOW WATER AT START OF YEAR	86.598	865.982	8.37
SNOW WATER AT END OF YEAR	74.071	740.709	7.16
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0002	0.002	0.00

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

AVERAGE MONTHLY VALUES (MM) FOR YEARS 1 THROUGH 20

	JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
<u>PRECIPITATION</u>						
TOTALS	87.37 103.34	82.79 82.17	62.91 104.37	55.80 94.27	80.97 94.36	96.75 83.48
STD. DEVIATIONS	23.38 31.07	29.13 31.96	36.96 44.46	21.33 33.44	31.90 30.91	33.29 29.10
<u>RUNOFF</u>						
TOTALS	0.000 2.356	0.048 0.965	111.567 3.945	181.984 2.685	2.667 11.460	2.931 2.589
STD. DEVIATIONS	0.000 5.792	0.216 1.141	89.218 5.697	102.891 4.216	4.286 22.684	3.583 9.292
<u>EVAPOTRANSPIRATION</u>						
TOTALS	10.855 82.406	10.188 70.943	14.006 64.506	25.595 39.548	73.254 18.783	83.661 9.772
STD. DEVIATIONS	1.463 21.470	1.580 29.029	2.827 14.825	15.509 8.453	23.441 6.034	29.546 1.434
<u>LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2</u>						
TOTALS	14.9761 12.3554	7.8144 11.8292	4.9142 15.7606	5.9749 21.9130	15.7601 34.2704	13.2892 28.4510
STD. DEVIATIONS	7.6239 5.3075	3.9787 7.7249	2.5417 8.1195	3.8597 12.1926	3.1531 14.5652	4.3685 12.1336
<u>PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 3</u>						
TOTALS	1.0698 0.9323	0.6296 0.8910	0.4483 1.1084	0.4932 1.4502	1.1403 2.0907	0.9872 1.8079
STD. DEVIATIONS	0.4730 0.3160	0.2764 0.4442	0.1989 0.4554	0.2567 0.6707	0.1789 0.7580	0.2521 0.6509
<u>LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7</u>						
TOTALS	2.1648 1.5496	2.8371 1.6189	2.5974 1.7517	2.3729 1.6243	2.0403 1.5351	1.5299 1.3891
STD. DEVIATIONS	3.2213	3.6296	3.8195	3.6471	3.7769	3.6729

	3.7289	3.6283	3.3923	3.4762	3.3121	3.4230
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 8						
TOTALS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9						
TOTALS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 11						
TOTALS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

-----  
AVERAGES OF MONTHLY AVERAGED DAILY HEADS (CM)  
-----

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 3						
AVERAGES	8.5331	4.8889	2.8000	3.5179	8.9798	7.8243
	7.0399	6.7400	9.2794	12.4856	20.1802	16.2108
STD. DEVIATIONS	4.3440	2.5070	1.4482	2.2725	1.7966	2.5721
	3.0241	4.4015	4.7806	6.9471	8.5810	6.9135

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 8						
AVERAGES	0.0202	0.0292	0.0243	0.0229	0.0191	0.0148
	0.0145	0.0151	0.0169	0.0152	0.0148	0.0130
STD. DEVIATIONS	0.0301	0.0376	0.0357	0.0352	0.0353	0.0354
	0.0348	0.0339	0.0327	0.0325	0.0320	0.0320

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 10						
AVERAGES	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

AVERAGE ANNUAL TOTALS & (STD. DEVIATIONS) FOR YEARS 1 THROUGH 20				
	MM		CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	1028.58	( 107.706)	10285.8	100.00
RUNOFF	323.196	( 66.6733)	3231.96	31.422
EVAPOTRANSPIRATION	503.516	( 51.4949)	5035.16	48.953
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	187.30853	( 49.26263)	1873.085	18.21040
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH	13.04889	( 2.85142)	130.489	1.26863

LAYER 3			
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 3	90.400 ( 23.805)		
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	23.01103 ( 38.67621)	230.110	2.23716
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.00006 ( 0.00000)	0.001	0.00001
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 8	0.183 ( 0.307)		
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.00005 ( 0.00000)	0.001	0.00001
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.00001 ( 0.00000)	0.000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.000 ( 0.000)		
CHANGE IN WATER STORAGE	-8.452 ( 2.2358)	-84.52	-0.822

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

	PEAK DAILY VALUES FOR YEARS 1 THROUGH 20	
	(MM)	(CU. METERS)
PRECIPITATION	60.60	606.000
RUNOFF	149.714	1497.1436
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2	2.52432	25.24322
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 3	0.138815	1.38815
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 3	451.645	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 3	824.830	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 2 (DISTANCE FROM DRAIN)	0.4 METERS	
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 7	0.74301	7.43015
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 8	0.000000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 8	2.151	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 8	4.227	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 7 (DISTANCE FROM DRAIN)	0.9 METERS	
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 9	0.00000	0.00000
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 11	0.000000	0.00000
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.000	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 10	0.034	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 9 (DISTANCE FROM DRAIN)	0.0 METERS	
SNOW WATER	423.46	4234.5957
MAXIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)		0.4288
MINIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)		0.1015

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

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

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

FINAL WATER STORAGE AT END OF YEAR 20

LAYER	(CM)	(VOL/VOL)
1	4.0348	0.2690
2	11.8528	0.2634
3	0.0000	0.0000
4	5.2869	0.1762
5	175.2000	0.2920
6	700.8000	0.2920
7	1.9187	0.0384
8	0.0000	0.0000
9	0.0060	0.0100
10	0.0000	0.0000
11	0.4500	0.7500
SNOW WATER	7.407	

\*\*\*\*\*

---

## ANNEXE G – Analyse des tranchées de distribution

## ANNEXE G – ANALYSE DES TRANCHÉES DE DISTRIBUTION

### 1. OBJECTIFS

L'objet de la présente analyse est de vérifier la capacité des tranchées de distribution afin de s'assurer que celles-ci sont suffisamment efficaces pour véhiculer le débit escompté. De plus, l'analyse devrait permettre d'évaluer le débit généré par la recirculation, lequel devra être véhiculé par le système de collecte de lixiviat.

### 2. MÉTHODOLOGIE

L'analyse est basée sur l'écoulement gravitaire des eaux. Lors de l'inondation des tranchées, l'eau peut, durant une courte période de temps, être sous pression, ce qui augmentera temporairement le taux d'infiltration. Ce phénomène accroît la capacité d'absorption des tranchées; donc, l'approche gravitaire est sécuritaire pour la présente analyse.

L'analyse de la capacité des tranchées est basée sur les formules proposées par Maier (1998), soit :

*- Temps de vidange d'une tranchée :*

$$t = \frac{nB z_f}{k (z_f - B)} \ln \left[ \frac{(h + B) (h_o + z_f)}{(h_o + B) (h + z_f)} \right]$$

Où

- n = porosité
- B = largeur de la tranchée (m)
- $z_f$  = distance verticale entre les tranchées (m)
- k = perméabilité (m/jr)
- h = tête d'eau maximale (profondeur de la tranchée)
- $h_o$  = tête d'eau minimale (0)

## ANNEXE G – ANALYSE DES TRANCHÉES DE DISTRIBUTION

- Capacité d'infiltration effectuée

$$q_t = \left[ \frac{Bhn}{t} \right] \left( \frac{L_t}{A} \right)$$

ou

$L_t$  = longueur de tranchée (m)

$A$  = superficie influencée par tranchée (m<sup>2</sup>)

### 3. VALEURS DES PARAMÈTRES

- Évaluation de la capacité d'infiltration

$$\begin{aligned} \text{Perméabilité} = k &= 2 \times 10^{-4} \text{ cm/s} \\ &= 0,1728 \text{ m/j} \end{aligned}$$

Comme cette perméabilité est relativement faible, celle-ci est jugée conservatrice pour l'analyse de la capacité d'infiltration.

$h$  = 1,35 m (hauteur de la tranchée)

$P_o$  = 0

$z_f$  = 6 m (distance verticale entre le premier niveau de tranchée et la couche drainante).

$B$  = 0,6 m

$n$  = 0,5

### 4. PROCÉDURES D'ANALYSE

L'analyse est faite sur la base de certaines hypothèses conservatrices permettant de simplifier les calculs. Même si la tête hydraulique ( $h$ ) et la profondeur du front ( $z_f$ ) varient au fur et à mesure que le drainage de la tranchée progresse, il est assumé que la distance au front humide ( $z_f$ ) demeure constante et que seule la tête hydraulique ( $h$ ) varie.

### 5. CALCULS

$$t = 0,5 (0,6) (6) \ln \left[ \frac{(1,35+0,6) (0+6)}{\dots} \right]$$

## ANNEXE G – ANALYSE DES TRANCHÉES DE DISTRIBUTION

$$\frac{(0,1728) (6-0,6)}{2} \quad \frac{(0+0,6) (1,35 + 6)}{2}$$

$$= 1,88 \text{ jours}$$

Prenons un cycle de 2 jours

$$q_t = \frac{(0,6 \times 1,35 \times 0,5)}{2} \left( \frac{1}{20} \right)$$

$$= 0,01 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jr}$$

### 6. INTERPRÉTATION

Pour assurer un fonctionnement optimal du bioréacteur, il importe de vérifier que la capacité de distribution est supérieure à la capacité d'absorption des matières résiduelles. Le bilan hydrique de l'annexe E démontre qu'un volume de 200 000 m<sup>3</sup>/an est requis pour atteindre la capacité au champs, soit un volume d'environ 1 800 000 m<sup>3</sup> sur la durée de vie du site.

Comme du lixiviat pourra être injecté même après la mise en place du recouvrement final (compte tenu de la conception retenue), toutes les tranchées pourront être mise à contribution. La superficie totale disponible est d'au moins 1 000 000 m<sup>2</sup>, soit trois (3) niveaux de tranchées couvrant chacun au moins 350 000 m<sup>2</sup>. Donc, le taux d'application moyen pour l'ensemble du site serait de :

$$\frac{1\,800\,000 \text{ m}^3}{1\,000\,000 \text{ m}^2} = 1,8 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

## ANNEXE G – ANALYSE DES TRANCHÉES DE DISTRIBUTION

Comme le réseau de distribution permet un taux d'injection de  $0,01 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jr}$ , le temps requis pour injecter le  $1,8 \text{ m}^3/\text{m}^2$  serait de :

$$\frac{1,8 \text{ m}^3/\text{m}^2}{0,01 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jr}} \quad \begin{array}{l} 180 \text{ jrs} \\ \text{ou} \\ 0,5 \text{ ans} \end{array}$$

La durée de vie du site était de neuf (9) ans, cela implique que la capacité d'infiltration est donc de 18 fois supérieure au débit à injecter. Ce facteur de sécurité est jugé amplement suffisant pour tenir compte du colmatage potentiel et le temps de repos requis pour permettre l'extraction des biogaz.

## ANNEXE G – ANALYSE DES TRANCHÉES DE DISTRIBUTION

### TABLE DES MATIÈRES

1. OBJECTIFS .....	1
2. MÉTHODOLOGIE.....	1
3. VALEURS DES PARAMÈTRES.....	2
4. PROCÉDURES D'ANALYSE.....	2
5. CALCULS .....	2
6. INTERPRÉTATION.....	3

---

## ANNEXE H – Analyse de la couche drainante

## ANNEXE H – ANALYSE DE LA COUCHE DRAINANTE

### 1. OBJECTIFS

La présente section vise à calculer le facteur de sécurité du réseau de collecte des eaux de lixiviation en fonction du débit généré par le LET et celui excédentaire généré par la recirculation. L'objectif consiste à vérifier le respect d'un facteur de sécurité acceptable avec l'utilisation d'une pierre nette possédant une perméabilité de 0,3 cm/s en guise de couche de drainage, tout en s'assurant que la tête d'eau, sur le système d'imperméabilisation, n'excède pas 30 cm telle qu'elle est prescrite dans la future réglementation québécoise.

### 2. MÉTHODOLOGIE

L'analyse consiste à calculer le facteur de sécurité en recirculant le débit prévu. La formule utilisée se résume comme suit : (Giroud, Zornerg, and Zhao, 2000).

$$FS_h = k \left\{ \frac{\left( \left( \frac{t_{permis} \sin b}{L} \right) + \left( \frac{t_{permis} \cos b}{L} \right)^2 \right)}{q_h} \right\}$$

où :

$FS_h$	=	facteur de sécurité
$k_{req}$	=	perméabilité de la couche drainante (m/s)
$q_h$	=	taux d'infiltration (m/s)
$b$	=	pente de la couche drainante
$t_{permis}$	=	hauteur de liquide permise (m)
$L$	=	longueur de drainage (m)

ANNEXE H – ANALYSE DE LA COUCHE DRAINANTE

### 3. VALEURS DES PARAMÈTRES

Les valeurs des paramètres utilisées pour la présente analyse sont résumées comme suit :

$$\begin{aligned}k &= 0,3 \times 10^{-2} \text{ m/s} \\q_h &= 1 \times 10^{-7} \text{ m/s (voir la section 4 ci-après)} \\b &= \tan^{-1}(0,02) = 1,1458^\circ \\t_{\text{permis}} &= 0,3 \\L &= 61\end{aligned}$$

### 4. CALCUL DU DÉBIT UNITAIRE

Le débit unitaire atteignant la couche drainante comporte deux (2) composantes, soit le débit du lixiviat généré par le LET et le débit excédentaire généré par la recirculation. Ce dernier a été évalué en considérant qu'un volume d'eau de 200 000 m<sup>3</sup> est recirculé dans la masse de matières résiduelles annuellement (voir annexe E), et ce, sur une surface de 132 000 m<sup>2</sup> (phase I), ce qui correspond à 4,2 mm/jour.

Quant au débit du lixiviat généré par le site, celui-ci a été évalué avec le modèle HELP en supposant une cellule ouverte d'un hectare et une hauteur de 6 m de matières résiduelles saturées, soit la hauteur approximative séparant la première rangée de tranchées d'infiltration et la couche drainante. Ce débit a été estimé à 10,2 mm/j (voir annexe F-1).

Donc, le débit total atteignant la couche drainante est de 4,2 mm/j + 10,2 mm/j = 14,4 mm/j.

### 5. RÉSULTATS

$$\begin{aligned}FS_h &= (0,3 \times 10^{-2}) \left( \frac{0,3 \sin(1,1458^\circ)}{61} \right) + \left( 0,3 \cos(1,1458^\circ)^2 \right) \\&= \frac{(0,3 \times 10^{-2})(9,8 \times 10^{-5} + 2,4 \times 10^{-5})}{1 \times 10^{-7}} \\&= 3,66\end{aligned}$$

Un facteur de sécurité de l'ordre de 3.66 est jugé acceptable d'autant plus que les calculs ont été réalisés en supposant que la totalité du lixiviat recirculé atteignait la couche drainante.

---

# ANNEXE I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

---

**Devis d'assurance-qualité**

---

Octobre 2002

*Étude d'impacts sur l'environnement*  
*Volet technique*

*Aménagement du Centre de Valorisation*  
*Environnementale des Résidus (CVER) de Sainte-Sophie*

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

1.	GÉNÉRALITÉS .....	1
1.1	DÉFINITION .....	1
1.2	INTERVENANTS .....	2
1.3	VISITE ET RÉUNION .....	4
2.	QUALIFICATION DU MANUFACTURIER ET DE L'INSTALLATEUR DES GÉOSYNTHÉTIQUES .....	6
3.	CERTIFICATION ET EXPÉDITION DES GÉOSYNTHÉTIQUES.....	7
3.1	CERTIFICATION EN USINE .....	7
3.2	LIVRAISON DES GÉOSYNTHÉTIQUES.....	11
3.3	CERTIFICATION AU CHANTIER.....	12
3.4	TRANCHÉE D'ANCRAGE.....	
3.5	PRÉPARATION DE LA SURFACE D'ASSISE.....	
4.	INSTALLATION ET CONTRÔLE DES GÉOMEMBRANES.....	
4.1	LOCALISATION .....	
4.2	IDENTIFICATION DES PANNEAUX .....	
4.3	INSTALLATION DES PANNEAUX .....	
4.4	SOUDURE .....	
4.5	ÉQUIPEMENT DE CONTRÔLE SUR LE SITE .....	
4.6	ESSAIS DE CALIBRATION.....	
4.7	DOCUMENTATION DES ESSAIS DE CALIBRATION .....	
4.8	ESSAIS NON DESTRUCTIFS.....	
4.9	ESSAIS DESTRUCTIFS .....	
4.10	DÉFAUTS ET RÉPARATIONS.....	
4.11	PLAN « TEL QUE CONSTRUIT ».....	
5.	INSTALLATION ET CONTRÔLE DE QUALITÉ DES GÉOTEXTILES .....	
5.1	INSTALLATION.....	
5.2	RÉPARATIONS.....	
5.3	COUTURE DES GÉOTEXTILES .....	
6.	INSTALLATION ET CONTRÔLE DE QUALITÉ DES GÉOFILETS .....	43
6.1	INSTALLATION.....	43
6.2	RÉPARATIONS.....	43
7.	INSTALLATION ET CONTRÔLE DE QUALITÉ DE LA NATTE BENTONITIQUE.....	
7.1	RÉCEPTION ET MANUTENTION .....	
7.2	ENTREPOSAGE AU CHANTIER .....	
7.3	ACCEPTATION DES ROULEAUX DÉFECTUEUX OU ENDOMMAGÉS.....	
7.4	INSTALLATION.....	
7.5	RÉPARATIONS .....	

**Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques**

8.	MISE EN PLACE ET CONTRÔLE DE QUALITÉ DU RECOUVREMENT GRANULAIRE ...
8.1	INSPECTION DES GÉOSYNTHÉTIQUES .....
8.2	CERTIFICAT DU MATÉRIAU GRANULAIRE.....
8.3	ENTREPOSAGE DU SABLE OU DU GRAVIER.....
8.4	ÉCHANTILLONNAGE.....
8.5	ESSAIS EN LABORATOIRE.....
8.6	RÉSULTATS.....
8.7	MISE EN PLACE .....
9.	ACCEPTATION DE LA BARRIÈRE IMPERMÉABLE.....
10.	DIAGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ .....
11.	LISTE DE RÉFÉRENCE.....

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### 1. GÉNÉRALITÉS

#### 1.1 DÉFINITION

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

###### .1 Assurance-qualité

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

###### .2 Contrôle de la qualité

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

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

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

Le diagramme général d'assurance-qualité est présenté à la section 10.

##### 1.1.3 Références

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

- EPA/600/R-93/182 intitulé « TECHNICAL GUIDANCE DOCUMENT : QUALITY ASSURANCE AND QUALITY CONTROL FOR WASTE CONTAINMENT FACILITIES.

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

- EPA/540/R-92/073 intitulé : « TECHNICAL GUIDANCE DOCUMENT : CONSTRUCTION QUALITY MANAGEMENT FOR REMEDIAL ACTION AND REMEDIAL DESIGN WASTE CONTAINMENT SYSTEMS ».

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

### 1.2 INTERVENANTS

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

#### 1.2.1 *L'Ingénieur*

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

#### 1.2.2 *L'Entrepreneur général*

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

#### 1.2.3 *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.

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### 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 aux activités d'excavation et de préparation des surfaces du site. Le Consultant en sol est aussi responsable de fournir un rapport certifié par un ingénieur qualifié.

### 1.2.7 *Laboratoire d'assurance-qualité*

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

### 1.2.8 *Le Maître de l'ouvrage ou Propriétaire*

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

### 1.2.9 *Le Gérant de projets*

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

### 1.2.10 *Le Consultant en assurance-qualité*

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### 1.3 VISITE ET RÉUNION

#### 1.3.1 Réunion de pré-construction

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

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

Cette réunion doit inclure les activités suivantes :

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

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

#### 1.3.2 Réunion de démarrage

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

### **Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques**

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

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

#### *1.3.3 Réunion hebdomadaire*

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

Les points suivants doivent être discutés :

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### 2. QUALIFICATION DU MANUFACTURIER ET DE L'INSTALLATEUR DES GÉO-SYNTHÉTIQUES

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

Les travaux de construction du système d'imperméabilisation devront être réalisés sous la surveillance d'un contremaître qui sera responsable de toutes les activités concernant la pose. Il devra avoir posé ou surveillé un minimum de 200 000 m<sup>2</sup> de géomembranes. Les soudures seront effectuées sous la surveillance et la direction d'un maître soudeur ayant un minimum de 100 000 m<sup>2</sup> de géomembranes soudées. Le contremaître et le maître soudeur peuvent être la même personne et doivent être présents pendant le soudage des joints. Les soudeurs devront avoir réalisé des soudures pour au moins 50 000 m<sup>2</sup>.

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

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



## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### .1 Géomembranes

#### A) PROPRIÉTÉS DE BASE

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

#### B) PROPRIÉTÉS COMPLÉMENTAIRES

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

Les rouleaux de géomembrane doivent provenir d'un nombre minime de lots différents. Si la fabrication des rouleaux date de plus de trois (3) mois, les rouleaux doivent être accompagnés d'une garantie écrite du manufacturier décrivant et certifiant le lieu et la méthode d'entreposage. Les résultats exigés pour les propriétés sont présentés au point 3 de la section 3.3.1.

### .2 Géotextiles

#### A) PROPRIÉTÉS DE BASE

1. l'épaisseur;
2. la masse surfacique ;

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

3. l'ouverture de filtration ;
4. la perméabilité.

### B) PROPRIÉTÉS COMPLÉMENTAIRES

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

### .3 Géofilets

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

#### A) PROPRIÉTÉS DE BASE

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

#### B) PROPRIÉTÉS COMPLÉMENTAIRES

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

### .4 Natte bentonitique

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### A) PROPRIÉTÉS DE BASE

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

### B) PROPRIÉTÉS COMPLÉMENTAIRES

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

#### 3.1.3 Fabrication

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

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

Le Propriétaire ou son Mandataire doit s'assurer :

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### 3.1.4 Rouleaux

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

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

Le manufacturier devra identifier les rouleaux avec :

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

### 3.2 LIVRAISON DES GÉOSYNTHÉTIQUES

L'installateur est responsable du transport, de la réception au chantier et de l'entreposage des géosynthétiques.

#### 3.2.1 Transport

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

#### 3.2.2 Réception

Le déchargement et l'entreposage des matériaux géosynthétiques sont sous la responsabilité de l'installateur. Advenant le cas où les géosynthétiques sont livrées avant l'arrivée du personnel de l'installateur, l'Entrepreneur général doit obtenir l'autorisation écrite de l'installateur pour procéder au déchargement ; il devient alors responsable du déchargement.

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

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

Les points suivants devront être vérifiés avant le déchargement :

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

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

### 3.2.3 Entreposage

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

Les géosynthétiques doivent demeurer enroulés et dans leur emballage de livraison jusqu'à leur installation. On doit s'assurer d'empiler les rouleaux en respectant les recommandations des manufacturiers. Si l'emballage d'un rouleau est endommagé et que le géosynthétique semble altéré, le Consultant en assurance-qualité pourra faire enlever la portion de géosynthétique endommagé et/ou exiger des analyses de certaines propriétés aux frais de l'installateur pour accepter le rouleau concerné.

### 3.3 CERTIFICATION AU CHANTIER

Lors de la livraison des géosynthétiques, le Consultant en assurance-qualité prélèvera divers échantillons, selon le type de géosynthétiques, pour faire vérifier par un laboratoire indépendant les propriétés requises selon le type de géosynthétiques. Les méthodes de prélèvements tiennent compte des recommandations des normes ASTM D4354 et ASTM D6072 ainsi que des exigences du laboratoire pour la réalisation des essais.

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

La fréquence d'échantillonnage des géosynthétiques est d'un échantillon pour au moins chaque 10 000 m<sup>2</sup> ou un échantillon par lot. Pour les fins de la présente, un lot est constitué d'un groupe de rouleaux numérotés de façon successive et provenant de la même machine de fabrication. Chaque lot doit être constitué d'une quantité minimale de 10 000 m<sup>2</sup> de géosynthétiques jusqu'à concurrence de la quantité totale à fournir pour les travaux. Si cette exigence n'est pas respectée et que l'installateur fourni de petites quantités par lot, les essais sur les échantillons supplémentaires, dus au grand nombre de lots, seront à ses frais.

### 3.3.1 Géomembranes

#### .1 Échantillonnage

L'échantillon sera prélevé sur une longueur d'au moins 0,45 mètre au début du rouleau et soumis à des essais en laboratoire.

#### .2 Essais en laboratoire

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

##### A) ESSAIS DE BASE : Identification du produit

1. l'épaisseur nominale et minimale;
2. la densité;
3. le contenu en noir de carbone;
4. la dispersion de noir de carbone;
5. la hauteur des aspérités (géomembrane texturée) ;

##### B) INDICES DE RÉSISTANCE

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

- à la limite élastique,
- à la rupture.

### C) ESSAIS DE PERFORMANCE

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

### D) ESSAIS DE DURABILITÉ

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

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

### .3 Résultats

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

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

Par la suite, si les résultats ne sont pas conformes, on doit rejeter le lot au complet à moins que le Gérant de projets décide de faire tester à nouveau d'autres échantillons du même lot. Dans ce cas, on prélève un échantillon sur les rouleaux précédent et suivant le rouleau défectueux.

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

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

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

Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

RÉSULTATS EXIGÉS - GÉOMEMBRANES

PROPRIÉTÉ	NORME	UNITÉS	Exigences					REMARQUES	
			PEHD			PEBDL			
			Lisse	Lisse	Texturé	Lisse	Texturé		
IDENTIFICATION	Épaisseur nominale	ASTM D5199	mm	1,0	1,5	_____	1,0	_____	
		ASTM D5994	mm	_____	_____	1,5	_____	1,0	
	Épaisseur minimale	_____	mm	0,97	1,37	1,37	0,9	0,9	
	Hauteur des aspérités	GRI GM12	mm	_____	_____	0,25	_____	0,25	
	Densité	ASTM D792 Method A	g/cm <sup>3</sup>	≥ 0,94	≥ 0,94	≥ 0,94	≥ 0,931 et < 0,939	≥ 0,931 et < 0,939	
	Indice de fusion (Melt Index)	ASTM D1238	g/10 min	0,1 à 1,0	0,1 à 1,0	0,1 à 1,0	< 1,0	< 1,0	Condition 190/2,16
	Contenu en noir de carbone	ASTM D4218	%	2 à 3	2 à 3	2 à 3	2 à 3	2 à 3	
	Dispersion du noir de carbone	ASTM D5596	catégorie	1, 2 ou 3	1, 2 ou 3	Sur 10 vues, 9 dans les catégories 1 ou 2 et 1 dans la catégorie 3			
DURABILITÉ	Temps d'induction à l'oxydation	ASTM D3895	minutes	> 100	> 100	> 100	> 100	> 100	Permet de vérifier la dégradation dans le temps du produit et déterminer sa durée de vie
INDICES DE RÉSISTANCE	Tension à la limite élastique	ASTM D6693	kN/m	16,6	23,1	23,1	15,0	10,0	
	Tension à la rupture		kN/m	25,0	42,0	17,2	26,6	10,5	
	Élongation à la limite élastique	ASTM D6693	%	13	13	13	20	15	
	Élongation à la rupture		%	700	700	150	1 000	300	
PERFORMANCE	Résistance à la déchirure	ASTM D1004	N	130	187	187	80	80	Détermine la sensibilité de la membrane lors des manipulations à l'installation et en période de vent
	Résistance à la perforation	ASTM D4833	N	320	480	400	195,7	177,9	Simule de comportement de la membrane contre la perforation par des pierres ou débris lorsqu'elle est soumise à une charge
	Résistance à la fissuration sous contrainte	ASTM D5397	heures	200	200	200	_____	_____	Simule le comportement de la membrane soumise à une charge et à des agents environnementaux agressifs. Vérifie la sensibilité de la membrane à la cristallisation
SOUDURES	Résistance au cisaillement	ASTM D6392	kN/m	14,0	22,0	21,0	10,5	10,5	La rupture ne doit pas advenir au niveau de la soudure
	Élongation à la rupture		%	50	50	50	50	50	
	Soudure par fusion	ASTM D6392	kN/m	10,5	15,5	15,5	9,3	9,3	
			lb/po	60	88	88	53	53	
	Soudure par extrusion	ASTM D6392	kN/m	9,3	14,3	14,3	7,7	7,7	
Séparation de la soudure	lb/po		53	81	81	44	44		
		%	25	25	25	25	25		

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### 3.3.2 Géotextile

#### .1 Échantillonnage

L'échantillon sera prélevé sur une longueur d'au moins un (1) mètre au début du rouleau et soumis à des essais en laboratoire.

#### .2 Essais en laboratoire

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

##### A) ESSAIS DE BASE : Identification du produit

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

##### B) INDICES DE RÉSISTANCE

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

##### C) ESSAIS DE PERFORMANCE

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### D. PROPRIÉTÉS HYDRAULIQUES

#### 1. la perméabilité

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

#### .3 Résultats

Le tableau suivant présente les exigences pour les géotextiles.

Le type 1 possède les caractéristiques pour la protection des géomembranes et la résistance à la tension de la couche de géosynthétiques. Le type 2 est utilisé comme séparateur et filtre pour la pierre nette autour des drains lorsque la couche drainante est constituée de sable. Le type 3 est un séparateur pour diverses applications. Le type 4 est utilisé pour la construction du recouvrement étanche des cellules. Les clauses techniques peuvent modifier ces définitions ou ajouter d'autres types pour les besoins spécifiques.

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

Par la suite, si les résultats ne sont pas conformes, on doit rejeter le lot au complet à moins que le Gérant de projets décide d'isoler le (ou les) rouleau(x) défectueux selon la méthode décrite pour les géomembranes à l'article 3.3.1.3.

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

RÉSULTATS EXIGÉS - GÉOTEXTILES								
PROPRIÉTÉ	NORME	UNITÉS	EXIGENCES				REMARQUES	
			Type 1	Type 2	Type 3	Type 4		
IDENTIFICATION	Épaisseur minimale	CAN 148.1 N° 3	mm	3,5	2,6	1,1	1,4	
	Masse par unité de surface	CAN 148.1 N° 2	g/m <sup>2</sup>	Tel qu'il est spécifié dans les clauses techniques				Voir le tableau suivant
	Ouverture de filtration (F.O.S.)	CAN 148.1 N° 10	microns	40-80	450-650	75-115	45-90	
INDICES DE RÉSISTANCE	Tension à la rupture (essai d'arrachement)	CAN 148.1 N° 7.3	N					Vérifie la résistance du géotextile pour son utilisation spécifique
	– moyenne – minimale			1 650 1 450	160 120	575 530	825 755	
	Allongement à la rupture	CAN 148.1 N° 7.3	%	70-100	20-40	55-85	45-105	
PERFORMANCE	Résistance à la perforation (poinçonnement)	ASTM D4833	kN	1,0	_____	_____	_____	Simule le comportement du géotextile contre la perforation des pierres ou débris lorsqu'il est soumis à une charge
	Déchirure amorcée (méthode trapézoïdale)	CAN 4.2 N° 12.2	N					Détermine la sensibilité du géotextile à la déchirure lors de son installation
	– moyenne – minimale			700 600		275 235	375 325	
	Résistance à l'éclatement (Mullen)	CAN 4.2 N° 11.1	kPa					Simule le comportement du géotextile séparant une pierre nette d'un autre granulaire et soumis à la circulation de véhicules
	– moyenne – minimale			3 900 3 500	1 100 900	1 850 1 550	2 400 2 250	
HYDRAULIQUE	Perméabilité	CAN 148.1, N° 4	cm/sec	0,25	1	0,13	0,11	Vérifie la capacité de filtration du géotextile.

**Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques**

Propriétés des géotextiles pour différentes masses spécifiques

PROPRIÉTÉ	NORME	UNITÉS	MASSE PAR UNITÉ DE SURFACE					
			g/m <sup>2</sup>					
			340	406	542	812	1 080	2 000
Tension à la rupture	CAN 148.1 N° 7.3	N	1 020	1 330	1 640	2 000	2 250	2 800
Allongement à la rupture	CAN 148.1 N° 7.3	%	50	50	50	50	50	50
Déchirure amorcée (méthode trapézoïdale)	CAN 4.2 N° 12.2	N	420	510	640	890	960	1 270
Résistance à la perforation	ASTM D4833	N	530	620	750	1 110	1 330	1 710
<b>NOTE :</b> Les valeurs indiquées sont des valeurs minimales moyennes (MARV).								

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

3.3.3 *Géofillet*

.1 Échantillonnage

L'échantillon sera prélevé sur une longueur d'au moins 0,61 mètre au début du rouleau et soumis à des essais en laboratoire.

.2 Essais en laboratoire

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

A) ESSAIS DE BASE : Identification du produit

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### B) ESSAIS DE PERFORMANCE

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

### C) PROPRIÉTÉ HYDRAULIQUE

1. la transmissivité ;

## .3 Résultats

Le tableau suivant présente les résultats pour le géofilet.

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

Par la suite, si les résultats ne sont pas conformes, on doit rejeter le lot au complet, à moins que le Gérant de projets décide d'isoler le (ou les) rouleau(x) défectueux selon la méthode décrite pour les géomembranes au point 3 de l'article 3.3.1

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

RÉSULTATS EXIGÉS - GÉOFILET					
	PROPRIÉTÉ	NORME	UNITÉS	EXIGENCES	REMARQUES
IDENTIFICATION	Densité du polymère ou poids volumique	ASTM D792 Method A	g/cm <sup>3</sup>	≥ 0,94	
	Contenu en noir de carbone	ASTM D4218	%	2	
	Épaisseur	ASTM D5199	mm	5,0	
	Masse surfacique	ASTM D5261	g/m <sup>2</sup>	790	
PERFORMANCE	Résistance à tension	ASTM D 5035	kN/m	7,35	
	Résistance en compression	ASTM D6364	kPa	_____	Vérifie la capacité du géofilet à conserver ses propriétés de drainage sous une charge
HYDRAULIQUE	Transmissivité à la contrainte de service (gradient 0,25 à 479 kPa)	ASTM D4716	m <sup>2</sup> /s	1 x 10 <sup>-3</sup>	

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

### 3.3.4 *Natte bentonitique*

#### .1 Échantillonnage

L'échantillon sera prélevé sur une longueur d'au moins 0,9 mètre au début du rouleau et soumis à des essais en laboratoire.

#### .2 Essais en laboratoire

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

##### A) ESSAIS DE BASE : Identification du produit

1. la masse par unité de surface de bentonite;
2. la masse surfacique de chaque géotextile;

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

3. Indice de gonflement ;
4. le volume de filtrat.

### B) ESSAIS DE PERFORMANCE

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

### C) PROPRIÉTÉ HYDRAULIQUE

1. la perméabilité.

### .3 Résultats

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

Par la suite, si les résultats ne sont pas conformes, on doit rejeter le lot au complet, à moins que le Gérant de projets décide d'isoler le (ou les) rouleau(x) défectueux selon la méthode décrite pour les géomembranes au point 3 de l'article 3.3.1.

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

**Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques**

RÉSULTATS EXIGÉS - NATTE BENTONITIQUE					
PROPRIÉTÉ		NORME	UNITÉS	EXIGENCES (VALEUR MINIMALE MOYENNE)	REMARQUES
IDENTIFICATION	Masse surfacique de la couche inférieure	CAN 148.1 N°2	g/m <sup>2</sup>	105 MARV (tissé) ou 200 MARV (non-tissé)	géotextile en fibre de polypropylène
	Masse surfacique de la couche supérieure		g/m <sup>2</sup>	200 MARV	géotextile non tissé en fibre de polypropylène
	Masse surfacique de la couche intermédiaire	ASTM D5993	g/m <sup>2</sup>	4 340 MARV	bentonite de sodium en poudre ou en granule
	Gonflement de la bentonite	ASTM D5890	ml/2g	24	minimum
	Volume de filtrat	ASTM D5891	ml	18	maximum
PERFORMANCE	Résistance à la tension	ASTM D4632	N	422 ou 667 MARV	667N si les deux géotextiles ont 200 g/m <sup>2</sup>
	Résistance à la délamination (pelage)	ASTM D6496	N	65	Simule le détachement des géotextiles lors du gonflement de la bentonite
	Résistance au cisaillement interne	ASTM D6243	kPa	24	Simule le comportement de la natte lorsqu'elle est mise en place dans les pentes
HYDRAULIQUE	Perméabilité	ASTM D5084	cm/s	5 x 10 <sup>-9</sup>	maximale

**3.4 TRANCHÉE D'ANCRAGE**

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

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

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

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

### 3.5 PRÉPARATION DE LA SURFACE D'ASSISE

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

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

- a) un technicien qualifié a vérifié la conformité de tous les alignements et niveaux de l'assise (max.  $\pm 50$  mm par 100 m<sup>2</sup> de surface);
- b) la surface a été nettoyée et compactée de manière à ce qu'elle soit exempte de toute végétation, irrégularité, dépression ou changement abrupte en élévation;
- c) la surface a été débarrassée de toutes racines, roches de plus de 50 mm ou plus de diamètre ou autres débris qui risquent d'endommager les géosynthétiques;
- d) aucune surface n'a subi d'érosion excessive par l'eau ou le vent;
- e) à aucun endroit sur l'assise, la teneur en eau est excessive;
- f) la surface ne contient pas de fissure due à la dessiccation dépassant les spécifications du projet;
- g) les ornières laissées par la machinerie utilisée pour le déplacement des géosynthétiques ne dépassent pas 25 mm.

L'installateur doit confirmer, par écrit, avant le déploiement, que l'état de l'assise sur laquelle les géosynthétiques doivent être installés est acceptée. Le certificat d'acceptation doit être fourni au Consultant en assurance-qualité avant le début du déploiement sur la surface en question. Le Consultant en assurance-qualité doit fournir une copie du certificat d'acceptation de l'assise au Gérant de projets. L'installateur

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

pourra accepter l'assise au fur et à mesure de l'avancement de ses travaux. Une fois acceptée, l'installateur est responsable de la surface d'assise et devra réaliser les travaux requis pour respecter les modalités du présent devis.

Après que l'assise a été acceptée par l'installateur, il est de la responsabilité de l'installateur d'aviser le Gérant de projets de tous les changements de condition de l'assise qui pourraient nécessiter des réparations. Le Gérant de projets peut consulter l'Ingénieur à ce sujet.

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

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

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### 4. INSTALLATION ET CONTRÔLE DES GÉOMEMBRANES

#### 4.1 LOCALISATION

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

#### 4.2 IDENTIFICATION DES PANNEAUX

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

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

#### 4.3 INSTALLATION DES PANNEAUX

##### 4.3.1 Localisation

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

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

##### 4.3.2 Vérification des conditions d'installation

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

- l'équipement lourd utilisé est adéquat, c'est-à-dire qu'il n'exposera pas la géomembrane à des chaleurs ou pressions excessives ou fuites d'huile ou de carburant;

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

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

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

### 4.3.3 Conditions météorologiques

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

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

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

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### 4.3.4 Inspection pour les dommages

Le Consultant en assurance-qualité doit inspecter chaque panneau après le déploiement et avant le début des opérations de soudure. Le Consultant avisera le Gérant de projets au sujet des panneaux ou portion de panneaux qui doivent être réparés ou acceptés. Les panneaux qui ont été refusés doivent être identifiés et leur enlèvement enregistré par le Consultant en assurance-qualité.

### 4.3.5 Écriture sur les géomembranes

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

### 4.3.6 Mesurage des géomembranes

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

Les mesures prises par le Consultant en assurance-qualité priment sur les mesures de l'installateur. Donc, à chaque fois que le Consultant en assurance-qualité chaînera les géosynthétiques mis en place, l'installateur devra assister et confirmer la mesure prise. Si l'installateur n'assiste pas au mesurage, il devra utiliser la valeur fournie par le Consultant en assurance-qualité, et ce, sans contestation possible de sa part.

## 4.4 SOUDURE

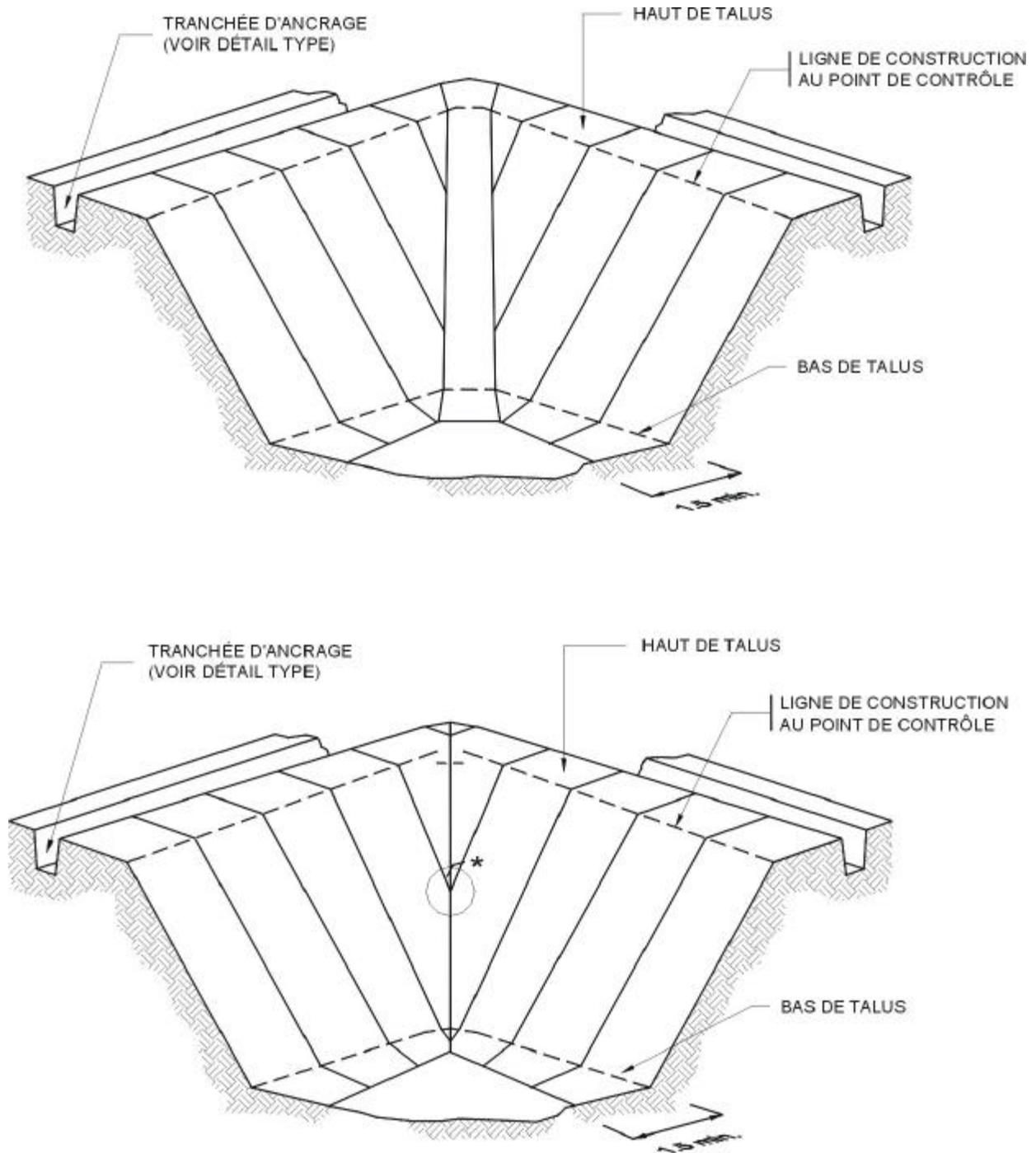
### 4.4.1 Plan de déploiement

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

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

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

FIGURE 1 – DÉPLOIEMENT TYPE DANS LES COINS



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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### 4.4.2 Produits et équipements de soudure

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

Dans le cas de soudures par extrusion, l'installateur doit fournir au Consultant en assurance-qualité les analyses démontrant que la résine pour l'extrusion est de même composition que les géomembranes.

Le Consultant en assurance-qualité tiendra un registre de :

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

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

L'installateur doit s'assurer des points suivants :

- a) l'équipement utilisé pour les soudures ne risque pas d'endommager les géomembranes;
- b) les fusils à extrusion sont purgés de résine dégradée avant de commencer les soudures;
- c) la génératrice électrique est placée sur une surface qui ne risque pas d'endommager la géomembrane;
- d) les surfaces à souder sont propres et sèches;
- e) les surfaces sur lesquelles on procédera à une soudure par extrusion doivent être sablées pas plus d'une heure avant la soudure;
- f) les appareils à souder ne sont pas déposés directement sur les géomembranes;
- g) les géomembranes sont protégées adéquatement dans les zones de circulation intense;
- h) la surface qui est sablée ne doit pas dépasser de plus de 7 mm de part et d'autre du cordon de soudure par extrusion;

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

- i) les panneaux sont placés de manière à avoir un chevauchement minimum de 75 mm (soudure par extrusion) et 125 mm (soudure par fusion). En tout temps, le chevauchement doit être suffisant pour permettre le test de décollement ;
- j) aucun solvant ou adhésif ne doit être utilisé sans la permission écrite du Gérant de projets;
- k) maintenir un nombre approprié d'appareils à souder tel qu'il est convenu lors de la réunion de démarrage;
- l) pour les soudures en croix, les bords sont meulés en biseau et les soudures seront effectuées par extrusion;
- m) une membrane de protection sera déployée sous les joints pour prévenir l'adhésion de débris pouvant nuire au procédé de soudure par fusion;
- n) les replis devront être coupés à leur base pour permettre un chevauchement plat adéquat pour la soudure. Si le chevauchement est incorrect, alors les replis devront être réparés avec une pièce dépassant de 150 mm dans toutes les directions l'endroit à réparer.

### 4.4.3 Préparation pour soudure

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

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

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### 4.4.4 Conditions météorologiques

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

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

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

Le Consultant en assurance-qualité s'assurera que les conditions météorologiques sont adéquates et si elles ne le sont pas, celui-ci avisera le Gérant de projets. Le Gérant de projets peut, à ce moment, décider d'arrêter ou de reporter les travaux. Si les travaux ont lieu par temps froid, le Consultant en assurance-qualité pourra exiger des essais de calibration plus fréquents (voir la section 4.6). Les essais de cisaillement et de décollement devront être effectués sur des échantillons dont la température aura été équilibrée à la température d'une pièce.

### 4.5 ÉQUIPEMENT DE CONTRÔLE SUR LE SITE

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

#### 4.5.1 Tensiomètre de terrain

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

#### 4.5.2 Boîte à vacuum

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

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

### 4.5.3 Équipement de contrôle pour la pression d'air

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

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

### 4.6 ESSAIS DE CALIBRATION

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

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

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

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

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

### 4.7 DOCUMENTATION DES ESSAIS DE CALIBRATION

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

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

### 4.8 ESSAIS NON DESTRUCTIFS

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

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

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

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

### 4.8.1 Boîte à vacuum

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

Tous les joints produits par la méthode de soudure par extrusion ou par fusion solide seront évalués par un test de la boîte à vacuum.

La solution savonneuse sera appliquée à la section testée et la boîte à vacuum sera placée sur cette section. La valve de vidange sera alors fermée et la valve à vacuum sera ouverte.

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

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

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

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

### 4.8.2 Pression d'air (soudure par fusion)

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

L'appareil pressurisé devra être inséré dans le canal d'air à un bout du joint et une pression de 138 à 207 kPa (20-30 psi) devra y être produite. La valve d'alimentation

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

sera fermée, et la pression sera maintenue pendant au moins 120 secondes. La pression sera réduite en effectuant une incision à l'extrémité opposée du chenal d'air.

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

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

### 4.8.3 *Documentation des essais non destructifs*

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

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

## 4.9 ESSAIS DESTRUCTIFS

### 4.9.1 *Généralités*

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

Tous les échantillons et essais devront être effectués simultanément avec les travaux de construction des joints sur le terrain de façon à vérifier les propriétés des joints au fur et à mesure que les travaux progressent et que les mesures correctrices seront ef-

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

fectuées. Les tests destructifs sont d'une grande importance, car ils sont la seule mesure directe de l'intégrité des résistances mécaniques des soudures.

### 4.9.2 Localisation et fréquence

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

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

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

### 4.9.3 Procédure d'échantillonnage

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

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

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

### 4.9.4 Dimension de l'échantillon

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

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

- a) La date et l'heure du prélèvement ;
- b) La date et l'heure de l'essai ;

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

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

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

Cet échantillon sera coupé en trois (3) morceaux :

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

### 4.9.5 Test en laboratoire

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

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

#### .1 Critères

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

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

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### 4.9.6 Procédure lors d'échec des tests destructifs

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

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

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

## 4.10 DÉFAUTS ET RÉPARATIONS

### 4.10.1 Identification

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

### 4.10.2 Évaluation

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

### 4.10.3 Réparation

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

Les procédés acceptés sont :

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

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

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

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

### 4.10.4 Vérification des réparations

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

- a) le numéro de réparation;
- b) la date et l'heure de la réparation effectuée;
- c) les essais de calibration correspondant;
- d) la localisation de la réparation;
- e) le type de défaut;
- f) le type de réparation;
- g) la dimension de la réparation;

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

- h) la date effectuée de l'essai non destructif;
- i) le résultat de l'essai non destructif;
- j) l'identification du technicien de contrôle de la qualité;
- k) la localisation sur le plan « tel que construit ».

### 4.11 PLAN « TEL QUE CONSTRUIT »

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

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### 5. INSTALLATION ET CONTRÔLE DE QUALITÉ DES GÉOTEXTILES

#### 5.1 INSTALLATION

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

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

#### 5.2 RÉPARATIONS

Si les géotextiles se trouvaient endommagés avant ou pendant leur installation, ils devront être réparés avec une pièce du même géotextile. La pièce devra dépasser la défectuosité de 300 mm dans toutes les directions et devra être cousue, si requis par le Consultant en assurance-qualité.

#### 5.3 COUTURE DES GÉOTEXTILES

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

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### 6. INSTALLATION ET CONTRÔLE DE QUALITÉ DES GÉOFILETS

#### 6.1 INSTALLATION

Les géofilets doivent être manipulés de manière à s'assurer qu'ils ne subissent aucun dommage. On devra s'assurer que les géofilets aient une longueur suffisante dans la tranchée d'ancrage avant de les dérouler de manière à les garder en tension dans les pentes et qu'ils puissent résister à l'arrachement. En présence de vent, on devra les retenir, de manière adéquate, avec des sacs de sable.

L'installateur doit s'assurer qu'aucune roche, boues ou autres débris ne soient emprisonnés entre les couches de géomembrane et de géofilet.

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

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

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

#### 6.2 RÉPARATIONS

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### 7. INSTALLATION ET CONTRÔLE DE QUALITÉ DE LA NATTE BENTONITIQUE

#### 7.1 RÉCEPTION ET MANUTENTION

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

**7.1.2** Le déchargement des rouleaux du camion doit être fait de façon à prévenir tout dommage à la natte bentonitique et à son emballage.

Un tuyau ou une barre rigide de capacité suffisante pour supporter le poids total d'un rouleau de natte bentonitique doit être utilisé pour le déchargement et la manutention. Le diamètre du tuyau ou de la barre doit être assez petit pour permettre une insertion facile dans le centre du rouleau de natte bentonitique.

Des courroies solides ou des chaînes doivent joindre les extrémités du centre du rouleau aux extrémités de la barre rigide, le tout pour permettre une manipulation sécuritaire avec une pèlerine ou tout autre équipement. Une attention particulière doit être portée au système d'ancrage de façon à éviter que les courroies ou les chaînes ne frottent et endommagent la natte bentonitique et son emballage.

.1 Alternativement, la natte bentonitique peut être déchargée et manipulée avec un chariot élévateur, communément appelé « Lift truck », équipé d'un système frontal de déchargement composé d'un tuyau rigide d'une longueur correspondant au trois quarts de la longueur d'un rouleau et capable de supporter le poids total du rouleau et de la natte bentonitique.

.2 Lorsque recommandé par le manufacturier, des élingues conçues spécialement pour ce type de rouleau devront être utilisées.

**7.1.3** Pour aucune raison, les rouleaux de natte bentonitique ne pourront être, soit traînés, soit soulevés par seulement une extrémité, soit laissés tomber sur le sol à partir du camion de livraison ou soit déchargés de toute autre façon qui pourrait endommager la natte bentonitique et son emballage.

**7.1.4** Réparer immédiatement toute déchirure de l'emballage apparue durant le déchargement en utilisant un ruban ou autre matériau permettant de conserver

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

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

### 7.2 ENTREPOSAGE AU CHANTIER

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

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

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

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

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

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### 7.3 ACCEPTATION DES ROULEAUX DÉFECTUEUX OU ENDOMMAGÉS

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

### 7.4 INSTALLATION

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

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

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

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

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### 7.5 RÉPARATIONS

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

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

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

#### 8.1 INSPECTION DES GÉOSYNTHÉTIQUES

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

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

#### 8.2 CERTIFICAT DU MATÉRIAU GRANULAIRE

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

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

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

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### 8.3 ENTREPOSAGE DES MATÉRIAUX DE LA COUCHE DRAINANTE

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

### 8.4 ÉCHANTILLONNAGE

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

#### 8.4.1 Sable

Le sable approvisionné sera vérifié sur un échantillon pour chaque 5 000 m<sup>3</sup> de matériau entreposé.

#### 8.4.2 Gravier

Un échantillon de gravier par source d'approvisionnement sera prélevé sur le chantier. Un échantillon supplémentaire peut être prélevé si le Consultant en sols ou le Consultant en assurance-qualité note une différence de qualité dans le matériau.

### 8.5 ESSAIS EN LABORATOIRE

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

#### 8.5.1 Sable

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

## 8.5.2 Gravier

- Une analyse granulométrique ;
- Le pourcentage de matières organiques ;
- Le pourcentage de carbonate de calcium ;
- La teneur en particules plates ;
- La teneur en particules allongées.

## 8.6 RÉSULTATS

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

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

RÉSULTATS EXIGÉS – RECOUVREMENT GRANULAIRE					
PROPRIÉTÉ	NORME	UNITÉ	EXIGENCES		REMARQUES
			Sable	Gravier	
Granulométrie (tamis mm)	BNQ-2560-040	% passant			
31,5				100	
20				80-100	
16				25-75	
14				0-20	
10				---	
8				0-3	
5				100	---
1,25				---	---
0,315				---	---
0,080				5 max.	1 max.
Perméabilité à charge constante			ASTM D2434	cm/s	$1 \times 10^{-2}$
Matières organiques	LC 31-228	%	0,8	0,8	maximum
Carbonate de calcium	ASTM D3042	%	---	15	maximum
Particules plates	NQ-2560-265	%	S.O.		Permet de déterminer si le gravier contient des aiguilles
Particules allongées	NQ-2560-265	%	S.O.		

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

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

### 8.7 MISE EN PLACE

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

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

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

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

#### 8.7.1 Documentation

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

- a) La description et les caractéristiques du sable ou du gravier ;
- b) L'épaisseur des couches et l'épaisseur totale ;
- c) Les résultats des essais en laboratoire.

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### 9. ACCEPTATION DE LA BARRIÈRE IMPERMÉABLE

La barrière imperméable sera acceptée lorsque :

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

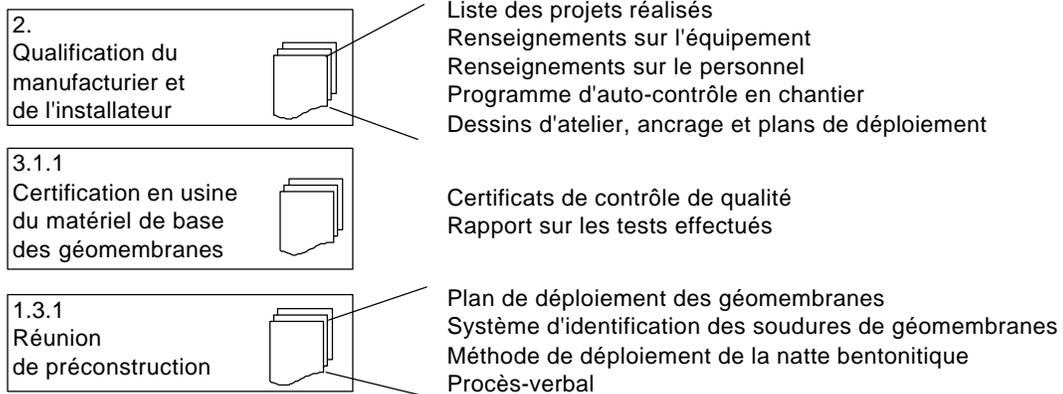
Cette documentation devra être soumise sous forme de rapport final et devra contenir au moins les éléments suivants :

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

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

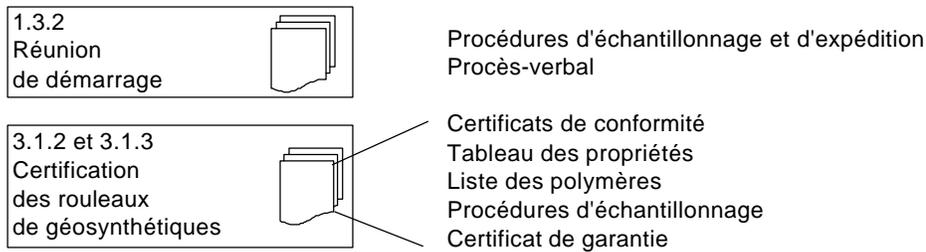
### 10. DIAGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ

#### 10.1 Processus général d'assurance-qualité



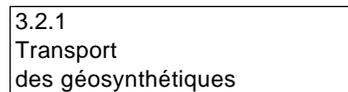
---

#### TRAVAUX DE CONSTRUCTION DU LET



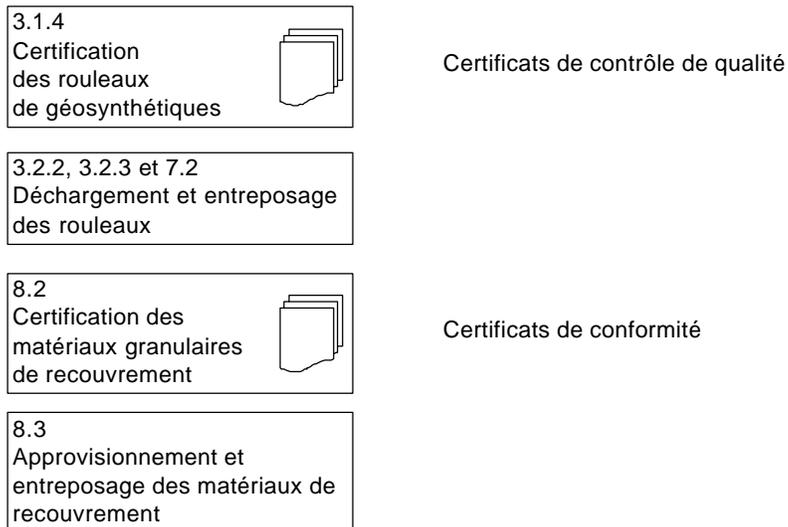
---

#### EXPÉDITION DES GÉOSYNTHÉTIQUES



---

#### RÉCEPTION DES GÉOSYNTHÉTIQUES 3.2.2 ET 7.1



## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### MISE EN PLACE DU RECOUVREMENT GRANULAIRE

---

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



Résultat des essais en laboratoire

8.7  
Mise en place du  
matériau de  
recouvrement



Rapport de mise en place

### FIN DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION DE LA BARRIÈRE IMPERMÉABLE

---

9.  
Acceptation  
de la barrière  
imperméable



Rapport final de documentation de l'installation

### FIN DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION DU LET

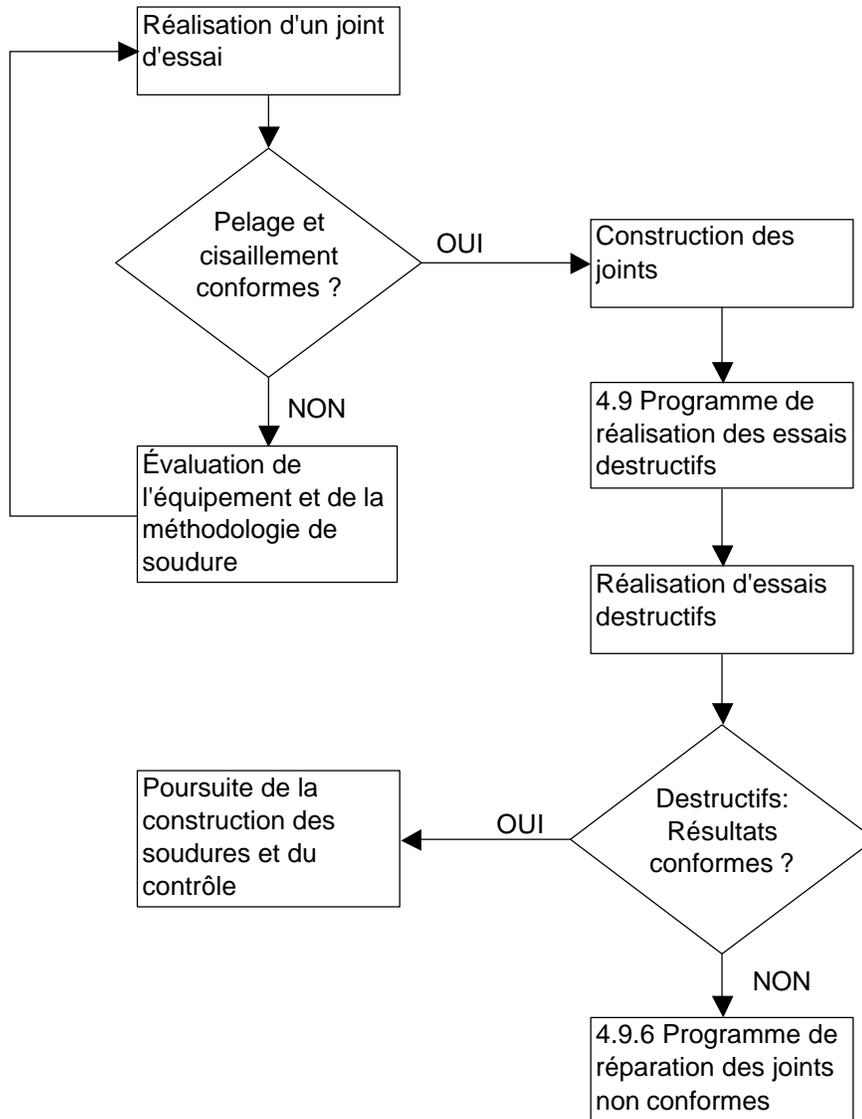
---

4.11  
Plan  
tel que construit  
des géosynthétiques



Plan tel que construit

## 10.2 Processus de contrôle sur les soudures de géomembranes



## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### 11. LISTE DE RÉFÉRENCE

#### US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY

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

#### AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS

- ASTM D792-00 "Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement".
- ASTM D1004-94a "Standard Test Methods for Initial Tear Resistance of Plastics Film and Sheeting".
- ASTM D1238-01e1 "Standard Test Method for Melt Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer".
- ASTM D1505-98-e1 "Standard Test Method for Density of Plastics by the Density Gradient Technique".
- ASTM D2434-68 (2000) "Standard Test Method for Permeability of Granular Soils (Constant Head)".
- ASTM D3042-97 "Standard Test Method for Insoluble Residue in Carbonate Aggregates".
- ASTM D3895-98 "Standard Test Method for Oxidative-Induction Time of Polyolefin by Differentials Scanning Calorimetry".
- ASTM D4218-96 (2001) "Standard Test Method for Determination of Carbon Black Content in Polyethylene Compounds by the Muffle – Furnace Technique".
- ASTM D4354-99 "Standard Practice for Sampling of Geosynthetics for Testing".

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

- ASTM 4632-91 (1996) "Standard Test Method for Grab Breaking Load and Elongation of Geotextiles".
- ASTM D4716-01 "Test Method for Determining the (In-Plane) Flow Rate per Unit Width and Hydraulic Transmittivity of a Geosynthetic using a Constant Head".
- ASTM D4833-00 "Standard Test Method for Index Puncture Resistance of Geotextiles, Geomembranes, and Related Products".
- ASTM D4976-00b "Standard Specification for Polyethylene Plastics Molding and Extrusion Materials".
- ASTM D 5035-95 "Standard Test Method for Breaking Force and Elongation of Textile Fabrics (Strip Method)".
- ASTM D5084-00e1 "Standard Test Methods for Measurement of Hydraulic Conductivity of Saturated Porous Materials using a Flexible Wall Permeameter".
- ASTM D5199-01 "Standard Test Method for Measuring the Nominal Thickness of Geosynthetics".
- ASTM D5261-92 (1996) "Standard Test Method for Measuring Mass per Unit Area of Geotextiles".
- ASTM D5397-99 "Standard Test Method for Evaluation of Stress Crack Resistance of Polyolefin Geomembranes using Notched Constant Tensile Road Test".
- ASTM D5596-94 "Standard Test Method for Microscopic Evaluation of the Dispersion of Carbon Black in Polyolefin Geosynthetics".
- ASTM D5890-01 "Standard Test Method for Swell Index of Clay Mineral Component of Geosynthetic Clay Liners".
- ASTM D5891-01 "Standard Test Method for Fluid Loss of Clay Component of Geosynthetic Clay Liners".
- ASTM D5993-99 "Standard Test Method for Measuring Mass per Unit of Geosynthetic Clay Liners".
- ASTM D5994-98 "Standard Test Method for Measuring Core Thickness of Textured Geomembrane".

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

- ASTM D6072-96 "Standard Guide for Obtaining of Geosynthetics Clay Liner".
- ASTM D6243-98 "Standard Test Method for Determining the Intervaland Interface Shear Resitance of Geosynthetic Clay Liner by the Direct Shear Method".
- ASTM D6364-99 "Standard Test Method for Determining the Short Term Compression Behavior of Geosynthetics".
- ASTM D6392-99 "Standard Test Method for Determining the Integrity of Non-reinforcing Geomembrane Seams Produced Using Thermo-Fusion Methods".
- ASTM D6496-99 "Standard Test Method for Determining Average Bonding Peel Strength between the Top and bottom Layers of Needle – Punched Geosynthetic Clay Liners".
- ASTM D6693-01 "Standard Test Method for Determining Tensile Properties of Non-reinforced Polyethylene and Non-Reinforced Flexible Polypropylene Geomembrane".

### STANDARD COUNCIL OF CANADA

- CAN/CGSB-148.1 No./No. 2-M85 "Methods of testing geotextiles and geomembranes – Mass per unit area".
- CAN/CGSB-148.1 No./No. 3-M85 "Methods of testing geotextiles and geomembranes – Thickness of geotextiles".
- CAN/CGBS-148.1 N°4-94: "Méthodes d'essais des géosynthétiques, géotextiles- Perméabilité à l'eau dans un sens normal sous charge compression ».
- CAN/CGSB-148.1 N° 7.3-92 « Méthodes d'essais pour géotextiles et géomembranes – Essais de résistance à la rupture des géotextiles – Essai d'arrachement ».
- CAN/CGSB-148.1 N° 10-94 « Méthodes d'essais des géosynthétiques, géotextiles – Détermination du diamètre d'ouverture de filtration ».
- CAN/CGSB-4.2 N° 11.1-94 « Méthodes pour épreuves textiles – Résistance à l'éclatement – Essais à l'éclatomètre à membrane ».
- CAN/CGSB-4.2 N° 12.2-95 « Méthodes pour épreuves textiles – Résistance à la déchirure – Méthode trapézoïdale ».

## Annexe I – Devis d'assurance qualité des géosynthétiques

### GEOSYNTHETIC RESEARCH INSTITUTE

- GRI GM12, Mod. October 1993 "Asperity Measurement of Textured Geomembranes Using a Depth Gape.
- GRI GM14, Adopted March 27, 1998 "Selective Variable Intervals for taking Geomembrane Destructive Seam Samples using the Method of a Attributes.

### BUREAU DE NORMALISATION DU QUÉBEC

- 2560-040 « Granulats – Analyse granulométrique par tamisage ».
- 2560-265 « Granulats – Détermination du pourcentage de particules plates et de particules allongées.

---

## ANNEXE J – Estimation des coûts de post-fermeture

## Annexe J – Estimation des coûts post-fermeture

### 1. GÉNÉRALITÉS

Selon les nouvelles orientations du Ministère de l'Environnement, tout propriétaire de lieu d'enfouissement technique devra prévoir l'entretien post-fermeture de son site sur une période de trente (30) ans suivant la date de fermeture. Selon le projet de Règlement sur l'élimination des matières résiduelles (octobre 2000) et ses plus récentes modifications, cet entretien doit comprendre :

- le maintien de l'intégrité du recouvrement final des déchets, soit le comblement de trous, failles ou affaissement, l'entretien de la couche végétale de même que les couches de drainage et d'étanchéité;
- le contrôle, l'entretien et le nettoyage du système de captage et de gestion du lixiviat, du système de captage des eaux superficielles et souterraines, du système de collecte et d'évacuation, de valorisation ou d'élimination des biogaz ainsi que du système de puits de contrôle des eaux souterraines;
- l'exécution des campagnes d'échantillonnage, d'analyses et de mesures se rapportant au lixiviat, aux eaux souterraines ainsi qu'au biogaz.

De plus, dans le cadre de l'application de la Loi 101, le Ministère de l'Environnement exige maintenant la mise en place de fonds de suivi pour assurer le financement de l'entretien post-fermeture. Présentement, ces fonds sont exigés dans le cadre des décrets gouvernementaux, mais éventuellement, il est à prévoir que ces fonds seront exigés par règlement.

La présente évaluation comporte divers volets :

1. l'application des programmes de suivi environnemental;
2. l'entretien du couvert final;
3. la gestion des eaux de lixiviation et l'opération du système de biogaz.

### 2. PROGRAMME DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL

Le programme de suivi environnemental comporte trois (3) composantes soit :

- les eaux de surface et le lixiviat,
- les eaux souterraines et
- les biogaz.

L'évaluation des coûts d'un tel programme est donc basée sur les fréquences et les analyses prévues, lesquelles sont conformes au projet de Règlement.

i) Eaux de surface et lixiviat

Pour les fins de l'estimation, un (1) point d'échantillonnage est prévu pour le prélèvement des eaux de surface avant leur rejet au réseau hydrique. Tel qu'exigé au projet de *Règlement sur l'élimination des matières résiduelles*, les eaux de lixiviation provenant du bioréacteur seront, quant à elles, prélevées aux postes de pompage situés le long de la limite est du bioréacteur (SP-1A à SP-3A). Deux échantillons seront prélevés par poste de pompage, soit pour les premiers et deuxièmes niveaux distinctement.

Les coûts reliés à cette activité sont évalués comme suit :

<b>Suivi environnemental – Eaux de surface et de lixiviation</b>		
<b>MAIN D'ŒUVRE</b>		
	Technicien :	
	– 3 visites X 12 hres X 45 \$/hre (incluant prép.)	1 620,00 \$
	Professionnel – rapport :	
	– 3 X 6 hres X 75 \$/hre	1 350,00 \$
<b>DÉPENSES</b>		
	<b>ANALYSES</b>	
	– Eaux de surface	
	2 camps. X 1 point X 175.00 \$	350,00 \$
	1 camp. X 1 point X 570.00\$	570,00 \$
	– Eaux de lixiviation :	
	1 camp. X 6 points X 175.00 \$	1050,00 \$
	Dépenses diverses	500,00 \$
<b>TOTAL (arrondi)</b>		<b>6 000,00 \$</b>

ii) Eaux souterraines

Conformément aux exigences du projet de *Règlement sur l'élimination des matières résiduelles*, la qualité des eaux souterraines sera évaluée à partir de dix (10) points d'échantillonnage.

La fréquence d'échantillonnage prévue est de trois (3) fois par année, au printemps, en été et à l'automne.

<b>Suivi environnemental – Eaux souterraines</b>		
<b>MAIN D'ŒUVRE</b>		
	Prélèvements et préparation :	
	– 3 visites X 20 hres X 45 \$/hre	2 700,00 \$
	Professionnel – rapport :	
	– 3 X 8 hres X 75 \$/hre	1 800,00 \$
<b>DÉPENSES</b>		
	<b>ANALYSES</b>	
	– 1 camp. X 10 points X 560.00 \$	5 600,00 \$
	– 2 camps. X 10 points X 175.00 \$	3 500,00 \$
	Dépenses diverses	500,00 \$
<b>TOTAL (arrondi)</b>		<b>15 000,00 \$</b>

iii) Biogaz

Le projet de Règlement exige quatre (4) points de contrôle de l'air ambiant pour les quatre (4) premiers hectares et un (1) point pour chacun huit (8) hectares supplémentaires. Dans le cas présent, dix (10) puits de biogaz seront nécessaires.

En prévoyant trois (3) points de contrôle dans les bâtiments, cela porte le nombre de points de contrôle à treize (13).

Les coûts pour cette activité sont évalués comme suit :

<b>Suivi environnemental – Biogaz</b>		
<b>MAIN D'ŒUVRE</b>		
	Technicien :	
	– 4 visites X 12 hres X 45 \$/hre (incluant prép.)	2 160,00 \$
	Professionnel – rapport :	
	– 4 X 6 hres X 75 \$/hre	1 800, 00 \$
<b>DÉPENSES</b>		
		<b>Aucune</b>
<b>TOTAL (arrondi)</b>		<b>4 000,00 \$</b>

### 3. SYNTHÈSE

Synthèse – Coût total du suivi environnemental	
DESCRIPTION	
Eaux de surface et lixiviat	6 000,00 \$
Eaux souterraines	15 000,00 \$
Biogaz	4 000,00 \$
<b>TOTAL</b>	<b>25 000,00 \$</b>

### 4. ENTRETIEN DU COUVERT FINAL

Le maintien du couvert final comprend deux (2) volets, soit la réfection du couvert à l'endroit où il y a des affaissements (surtout durant les cinq (5) premières années après la fermeture) ainsi que des plantations mise en place dans les talus et le maintien de la couche végétale (tonte). Le coût de ces activités est évalué comme suit :

Entretien du couvert final	
<b>RÉFECTION DU COUVERT ET DES PLANTATIONS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Coût annuel de 0,5 % de l'investissement initial</li> <li>– Investissement initial :                          Bioréacteur : ± 10 000 000,00\$</li> <li>– Allocation annuelle pour travaux de réfection :                          Bioréacteur : 50 000,00 \$</li> </ul>	50 000,00 \$
<b>TONTE DE GAZON</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fréquence : 2 fois par année</li> <li>– Coût unitaire : 0,01 \$/m<sup>2</sup></li> <li>– Superficie :                          Bioréacteur : 542 350 m<sup>2</sup></li> <li>– Coût annuel arrondi :</li> </ul>	10 000,00 \$
<b>TOTAL (arrondi)</b>	<b>60 000,00 \$</b>

## 5. TRAITEMENT DES EAUX DE LIXIVIATION ET DES BIOGAZ

### i) Eaux de lixiviation

Le concept du bioréacteur implique qu'il y a recirculation des eaux de lixiviation. Le bilan hydrique réalisé à partir de l'évaluation des débits de lixiviat produits et l'estimation des besoins en eau démontre que la totalité des eaux de lixiviation sera réintroduite dans le bioréacteur. Dans ces conditions, les coûts liés à la gestion du lixiviat découlent de l'opération et de l'entretien des pompes des quatre (4) postes de pompage : trois (3) postes de pompage (SP-1A à SP-3A) le long de la limite est du bioréacteur servant à la collecte des eaux de lixiviation et un quatrième (SP-4A) situé à l'extrémité nord-est servant à la recirculation du lixiviat.

Les coûts d'opération et d'entretien des postes de pompage sont évalués en moyenne à 40 000 \$/an sur une période de trente (30) ans.

### ii) Biogaz

Parallèlement à l'exploitation du bioréacteur visé par le présent projet, la mise en place du recouvrement final du bioréacteur actuellement en opération sera réalisée. Ainsi, le biogaz généré par toutes les zones d'enfouissement au site de Sainte-Sophie sera collecté et traité simultanément à partir des mêmes installations.

De façon préliminaire, la portion de biogaz produite par le bioréacteur futur est estimée à 50 % de la quantité totale du biogaz produit. Ainsi, les coûts d'opération et d'entretien du système de biogaz se détaillent de la façon suivante :

Système de biogaz – Opération et entretien	
DESCRIPTION	
Électricité	55 000,00 \$
Essai de performance annuel	15 000,00 \$
Entretien (2 % des actifs)	80 000,00 \$
Opération	30 000,00 \$
<b>Sous-total</b>	<b>180 000,00 \$</b>
Coûts engendrés par le bioréacteur 50 % du coût total	90 000,00 \$
<b>TOTAL</b>	<b>90 000,00 \$</b>

## 6. AUTRES COÛTS

D'autres budgets sont à prévoir pour divers postes mineurs dont :

- la gestion et l'administration des activités d'entretien post-fermeture;
- entretien des divers actifs;
- inspection annuelle des lieux;
- assurances, permis, etc.

Une allocation de 20 % est prévue pour cet item.

## 7. SYNTHÈSE DES COÛTS DE POST-FERMETURE

Les coûts annuels à prévoir pour l'entretien post-fermeture se résument comme suit :

Synthèse – Coût de post-fermeture	
DESCRIPTION	
Suivi environnemental	25 000,00 \$
Entretien du couvert final	60 000,00 \$
Traitement des eaux	40 000,00 \$
Biogaz	90 000,00 \$
<b>Sous-total</b>	<b>215 000,00 \$</b>
Frais divers (20%)	43 000,00 \$
<b>TOTAL (arrondi)</b>	<b>258 000,00 \$</b>

## 8. CALCUL DE LA CONTRIBUTION AU FONDS DE SUIVI

Le calcul de la contribution au fond de suivi est influencé par plusieurs facteurs, dont le plus important, est la période sur laquelle les argents sont accumulés.

L'approche utilisée pour calculer la contribution s'établit comme suit :

- Calcul du montant à amasser en actualisant les coûts prévus pour la période post-fermeture de 30 ans (en dollars constants) sur la base d'un taux d'actualisation de 3 % (ia) :

$$Va = \text{Coût annuel} \times \frac{[(1 + ia)^n - 1]}{ia (1 + ia)^n}$$

- Estimation de la valeur future anticipée du montant à amasser. Le facteur d'indexation (ib) utilisé est le taux de variation annuel des prix à la consommation. Pour les fins de la présente, ce taux est égal à 2 %.

$$Vf = Va (1 + ib)^n$$

Dans ce cas, n est le nombre d'années prévu pour l'accumulation du fonds, soit de neuf (9) ans.

- Calcul de la contribution en tenant compte des revenus anticipés du fonds. Ceux-ci sont estimés en fonction d'un rendement moyen annuel (ir). Pour cette étude, un taux de 6 % est proposé et n correspond à la durée de vie du site, soit de neuf (9) ans.

$$Vt = \text{valeur à la tonne}$$

$$= \frac{Vf \times (ir)}{(1 + ir)^n - 1}$$

$$C = \text{contribution par t}$$

$$= \frac{Vt}{\text{tonnage annuel}}$$

#### Évaluation de la contribution

Coût annuel post-fermeture : 258 000,00 \$

$$Va = 258\,000,00 \$ \frac{[(1 + 0,03)^{30} - 1]}{0,03(1 + 0,03)^{30}}$$

$$= 5\,056\,919,00 \$$$

$$Vf = 5\,056\,919,00 \$ (1,02)^9$$

$$= 6\,043\,486,00 \$$$

$$Vt = 6\,043\,486,00 \$ \times \frac{[0,06]}{(1 + 0,06)^9 - 1}$$

$$= 525\,918,00 \$/\text{an}$$

$$\begin{aligned} C &= \frac{528\,918}{1\,000\,000} \\ &= 0,53 \text{ \$/t} \end{aligned}$$

