

ANNEXE J

Calcul du débit de fuite potentiel du système
d'imperméabilisation

ANNEXE J

Calcul du débit de fuite potentiel du système d'imperméabilisation proposé

L'objectif de cette note de calcul est d'estimer le débit de fuite au travers le système d'imperméabilisation proposé pour le lieu d'enfouissement technique (L.E.T.) Bestan de Magog. Le système qui est proposé est composé du haut vers le bas des éléments suivants :

- une couche de drainage de 500 mm d'épaisseur d'une perméabilité supérieure à 1×10^{-2} cm/s (pierre nette);
- une géomembrane en PEHD de 1,5 mm d'épaisseur;
- un géofilet de drainage en PEHD d'une épaisseur minimale de 5 mm;
- un revêtement imperméable inférieur composite constitué d'une géomembrane en PEHD de 1,5 mm d'épaisseur surmontant un géocomposite bentonitique d'une épaisseur de 6 mm.

Giroud et Bonaparte (1989) ont démontré que le débit de fuite au travers une géomembrane est presque exclusivement dû au défauts dans la géomembrane alors que le débit de fuite qui est dû à la perméabilité de la géomembrane peut être négligé. Le débit de fuite au travers une géomembrane est fonction de la charge hydraulique qui est appliquée sur celle-ci, de la perméabilité du matériau sous-jacent, de la forme et de la superficie du défaut.

Le calcul du débit de fuite est réalisé en prenant en compte des hypothèses sécuritaires qui sont en partie tirées des recommandations de Giroud et al. (1989, 1994 et 1997) et de Rowe (1998) et qui sont les suivantes :

- le débit de fuite au travers les défauts présents dans la géomembrane supérieure n'est pas calculé mais on assume qu'il est suffisant pour maintenir toute l'épaisseur du géofilet de drainage saturée d'eau. Une charge hydraulique (H_w) uniforme de 5 mm est donc appliquée sur l'ensemble du revêtement imperméable inférieur;
- la géomembrane inférieure a fait l'objet d'un contrôle de qualité strict lors de la pose et possède 1 défaut par acre (4 000 m²);
- les défauts dans la géomembrane inférieure sont circulaires et ont un diamètre de 3,5 mm (surface de 1×10^{-5} m²);
- le contact entre la géomembrane inférieure et le géocomposite bentonitique est bon;
- la conductivité hydraulique du géocomposite bentonitique est de 5×10^{-11} m/s (valeurs typiques comprises entre 1×10^{-11} m/s et 5×10^{-11} m/s).

Le débit de fuites provenant d'un défaut de la géomembrane inférieure est estimé à partir de l'équation suivante :

$$Q = 0,21 \cdot i_{moy} \cdot a^{0,1} \cdot H_w^{0,9} \cdot k_s^{0,74}$$

où a = surface d'un trou ($1 \times 10^{-5} \text{ m}^2$)

H_w = charge hydraulique sur la géomembrane secondaire ($\approx 0,005 \text{ m}$)

k_s = conductivité hydraulique de géocomposite ($5 \times 10^{-11} \text{ m/s}$)

et $i_{moy} = 1 + H_w / [2 H_s \ln (R/R_0)]$

où H_s = épaisseur du géocomposite-bentonitique ($0,006 \text{ m}$)

R = rayon de la surface mouillée directement sous la géomembrane (m)

R_0 = rayon d'un trou dans la géomembrane secondaire ($0,00175 \text{ m}$)

Le rayon de la surface mouillée (R) est évalué avec :

$$R = 0,26 \cdot a^{0,05} \cdot H_w^{0,45} \cdot k_s^{-0,13}$$

$$R = 0,26 \times (1 \times 10^{-5} \text{ m}^2)^{0,05} \times (0,005 \text{ m})^{0,45} \times (5 \times 10^{-11} \text{ m/s})^{-0,13}$$

$$R = 0,294 \text{ m}$$

Comme la valeur du rayon de la surface mouillée est plus grande que le rayon d'un trou ($0,294 \text{ m} > 0,002 \text{ m}$), on estime le gradient moyen (i_{moy}) qui s'applique au-dessus du défaut:

$$i_{moy} = 1 + (0,005 \text{ m}) / [(2 \times (0,006 \text{ m}) \times \ln (0,294 \text{ m}/0,00175 \text{ m})]$$

$$i_{moy} = 1,081$$

Le débit de fuite provenant d'un trou dans la géomembrane secondaire s'évalue comme suit :

$$Q = 0,21 \times 1,081 \times (1 \times 10^{-5} \text{ m}^2)^{0,1} \times (0,005 \text{ m})^{0,9} \times (5 \times 10^{-11} \text{ m/s})^{0,74}$$

$$Q \approx 1,45 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{s} \text{ par défaut}$$

Compte tenu de la superficie du site proposé qui est de 112 000 m² et que l'on pourrait avoir un défaut à tous les 4 000 m², le nombre total de défauts dans la géomembrane inférieure pourrait être de l'ordre de 28.

Le débit de fuite total du niveau secondaire s'élève alors à :

$$Q_{\text{total}} = 1,45 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{s} / \text{défaut} \times 28 \text{ défauts}$$

$$Q_{\text{total}} = 4,06 \times 10^{-10} \text{ m}^3/\text{s}$$

En vertu des hypothèses de calcul qui ont été posées, le débit de fuite au travers le revêtement imperméable inférieur pourrait être de l'ordre de 13 litres par an.

Références

J.P. Giroud and R. Bonaparte, "Leakage Through Liners Constructed with Geomembranes, Part I: Geomembrane Liners", *Geotextiles and Geomembranes*, 8, 1: 27-67, 1989.

J.P. Giroud, K. Badu-Tweneboah & K.L. Soderman, "Evaluation of Landfill Liners" , Fifth International Conference on Geotextiles, Geomembranes and Related Products, Singapore, 5-9 September 1994.

J.P. Giroud, M.V. Khire, and K.L. Soderman, " Liquid Migration Through Defects in a Geomembrane Overlain and Underlain by Permeable Media", *Geosynthetics International*, Vol. 4, Nos. 3-4, pp.293-321, 1997.

Rowe, R.K. 1998. "Geosynthetics and the Minimization of Contaminant Migration through Barrier Systems Beneath Solid Waste," *Proceedings of the Sixth International Conference on Geosynthetics*, Industrial Fabrics Association International, Roseville, MN, USA, March 25-29, pp. 27-102.