

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES GÉOCOMPOSITES DE DRAINAGE

DESIGN AND CHECK OF DRAINAGE GEOCOMPOSITE

Alexandre PLASTRE¹, Pietro PEZZANO², Pietro RIMOLDI²

¹ France Maccaferri, Valence, France

² Officine Maccaferri, Bologne, Italie

RÉSUMÉ – L'article présente une méthode de dimensionnement générale des géocomposites de drainage en détaillant les coefficients de réduction à appliquer à n'importe quel type de géocomposite. Il propose des valeurs numériques pour un géocomposite de drainage spécifique composé d'une âme drainante en monofilaments extrudés en polypropylène. Le coefficient de réduction au fluage étant un des coefficients les plus importants, l'article présente les résultats d'une récente campagne d'essais de compression au fluage réalisé sur le géocomposite étudié. Une étude de cas complète l'article.

Mots-clés : géocomposite de drainage, coefficient de réduction, essais de compression au fluage

ABSTRACT – The paper presents a general design approach of drainage geocomposite detailing the reduction factors to apply to any type of geocomposite. It proposes some numerical values for a specific geocomposite made of a draining core in monofilaments extruded in polypropylene. Creep factor being one of the most important factors, the paper presents a recent campaign of compressive tests done on the studied geocomposite. A case study ends the paper.

Keywords: drainage geocomposite, reduction factor, compressive creep tests

1. Introduction

Les géocomposites de drainage sont des géosynthétiques ayant pour fonction principale de drainer, grâce à une âme drainante à forte porosité qui peut être constituée d'un géomatelas, d'un géofilet ou d'un géoespaceur.

Suivant leur application, ils peuvent également remplir les fonctions de filtration et séparation par l'association sur une ou deux faces d'un géotextile non tissé ou tissé, ou d'étanchéité par l'association d'un film étanche.

Ils sont utilisés dans le domaine du génie civil et dans la plupart des cas peuvent remplacer une couche drainante réalisée en matériaux naturels sur 0,3 à 0,5m d'épaisseur. Le recours à ces produits réduit fortement le coût de la solution, de par la réduction des volumes de matériaux à mettre en œuvre, la réduction des volumes de terrassement, la réduction du coût de transport et la réduction du temps d'installation.

Ils sont ainsi couramment utilisés en couverture ou sur les flancs des casiers pour drainer les eaux météoriques, les biogaz et les lixiviats dans les installations de stockage de déchets, en base drainante sous les chaussées, parking et voie ferrées, en massif drainant à l'arrière des murs de soutènement, à l'arrière du béton projeté utilisé dans les tunnels...

Après une rapide description des géocomposites de drainage étudiés dans l'article, il sera présenté les critères de dimensionnement de ces produits en détaillant les coefficients de réduction à appliquer. Il présentera ensuite les résultats d'une récente campagne d'essais de compression au fluage réalisé sur la gamme de géocomposite de drainage étudié dans l'article puis sera conclu par une étude de cas appliquant les principes et résultats développés dans l'article.

2. Composition du géocomposite de drainage étudié dans l'article

Le géocomposite de drainage étudié dans l'article est un Macdrain W fabriqué par Maccaferri. Il est composé d'un noyau en géomatelas composé de monofilaments en polypropylène orientés en canaux parallèles (Figure 1). L'épaisseur du géocomposite de drainage sous une charge de 2 kPa déterminée selon la norme NF EN 9863-1 varie entre 4 et 10mm.

La forme en canaux de l'âme drainante confère au produit une bonne résistance importante à la compression, allant jusqu'à 500kPa.

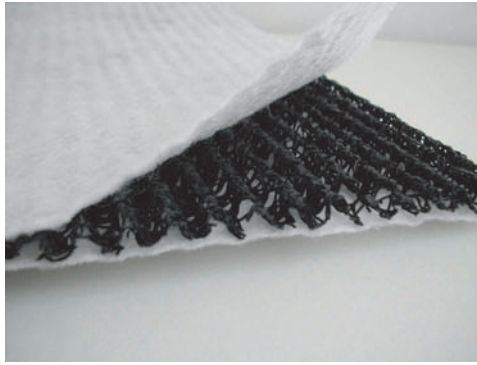


Figure 1. Géocomposite de drainage avec deux filtres géotextiles non tissés

Dans la majeure partie des cas, le géocomposite de drainage doit également jouer un rôle de séparation / filtration, notamment lorsqu'il est placé à l'interface entre deux matériaux. Il est alors associé à un géotextile non-tissé en polypropylène par thermo-collage dont la masse surfacique et l'ouverture de filtration dépendent de l'application. Cette association en « sandwich » géotextile non tissé – âme drainante – géotextile non tissé reproduit les fonctions apportées par des systèmes de drainage « traditionnels » composés d'une couche de matériau granulaire (Comité Français des Géosynthétiques, 2013).

Pour certaines applications, notamment lorsque le géocomposite est placé entre du béton et du sol, un seul géotextile est nécessaire, la face opposée étant laissée libre (cas des applications en drainage sous voie de tramway végétalisée, Figure 2) ou munie d'un film étanche en polyoléfine pour éviter d'humidifier le béton (cas des galeries techniques enterrées, Figure 3)



Figure 2. Géocomposite de drainage sous voie de tramway



Figure 3. Géocomposite de drainage sur les parois verticales d'une galerie technique

3. Critères de dimensionnement du géocomposite de drainage

3.1. Introduction

Comme tout géosynthétique, un géocomposite de drainage voit ses propriétés mécaniques changer dans le temps en fonction des contraintes exercées. Cela se traduit par une perte de capacité drainante liée à une compression au fluage de l'âme drainante ainsi qu'à un colmatage de cette dernière (Geosynthetic Institute, 2001 et ISO/NP TR 18198, 2012)

Pour autant, il doit être en mesure d'évacuer le débit de projet tout au long de sa durée de service. Afin de caractériser au mieux le comportement à long terme du géocomposite de drainage, il est primordial de définir avec précision les coefficients de réduction à appliquer sur le géocomposite de drainage.

3.2. Capacité de drainage à long terme d'un géocomposite de drainage

En France, le guide de recommandations du CFG pour l'emploi des Géosynthétiques dans les systèmes de drainage et de filtration fait référence à l'utilisation de coefficients de réduction liés au fluage en compression du géocomposite (coefficient F) ainsi qu'à la réduction de perméabilité de la structure drainante et/ou l'intrusion du filtre dans la structure drainante (coefficient α).

La capacité de drainage du géocomposite est testée selon la norme NF EN ISO 12958, et dépend des paramètres suivants :

- la contrainte appliquée σ_n : variant généralement entre 20 et 500 kPa ;
- le gradient hydraulique i : variable entre 0 (pour les applications sub-horizontales) et 1 (pour les applications verticales) ;
- la nature du contact sur les 2 faces du géocomposite :
 - o rigide-rigide : cas par exemple d'un dispositif de détection de fuite entre une arche de tunnel et le béton projeté en contact avec le terrain naturel. rigide-mousse : cas par exemple d'un dispositif de drainage à l'arrière d'un mur béton et en contact avec le remblai
 - o mousse-mousse : cas par exemple d'un dispositif de drainage sous une structure de chaussée en contact avec le terrain naturel

La capacité drainante à long terme du géocomposite sous la contrainte σ_n et le gradient hydraulique i est alors définie par la relation (guide de Recommandations du CFG pour l'emploi des Géosynthétiques dans les systèmes de Drainage et de Filtration):

$$q_t(\sigma_n, i) = \frac{q_0(\sigma_n, i)}{\alpha F} \quad (1)$$

avec

$q_t(\sigma_n, i)$: capacité de drainage au temps t du géocomposite

$q_0(\sigma_n, i)$: capacité de drainage à court terme du géocomposite

F : coefficient de réduction lié au fluage en compression

α : coefficient de réduction de perméabilité de la structure drainante et/ou intrusion du filtre dans la structure drainante ; la valeur varie entre 1 et 2,5

Nous proposons de modifier l'équation (1) en intégrant un coefficient de correction empirique F_{lr} pour déterminer la valeur de q_{CT} dans une situation de contact différente de celle testée et en explicitant le coefficient α en le scindant en trois coefficients (Koerner, 1998).

$$q_t(\sigma_n, i) = \frac{q_0(\sigma_n, i) * F_{lr}}{RF_{cr} * RF_{cc} * RF_{bc} * RF_{in}} \quad (2)$$

avec

$q_t(\sigma_n, i)$: capacité de drainage au temps t du géocomposite

$q_0(\sigma_n, i)$: capacité de drainage à court terme du géocomposite

RF_{CR} : coefficient de réduction lié au fluage en compression (équivalent à F)

RF_{CC} : coefficient de réduction lié au colmatage chimique de l'âme drainante

RF_{BC} : coefficient de réduction lié au colmatage biologique de l'âme drainante

RF_{IN} : coefficient de réduction lié à l'intrusion des filtres dans l'âme drainante

F_{lr} : coefficient de correction pour tenir compte de la nature du contact sur les deux faces du géocomposite

Les coefficients de réduction doivent être établis pour chaque chantier en fonction des conditions de site. Pour les géocomposites de drainage considérés, sur la base des valeurs conseillées dans ISO/NP TR 18198 (2012) et d'après notre expérience, les coefficients de réduction varient suivant les valeurs indiquées dans le tableau 1

Tableau 1. Valeurs suggérées des coefficients de réduction

Coefficient	Valeurs suggérées
RF_{CR}	1,00 – 6,00
RF_{CC}	1,00 – 1,30
RF_{BC}	1,00 – 1,80
RF_{IN}	1,00 – 1,50
TOTAL	1,00 – 21,06

Il est à noter que la valeur suggérée dans le guide de recommandation du CFG pour le coefficient α (de 1,00 à 2,50) est moins élevée que les valeurs que nous suggérons pour RF_{CC} , RF_{BC} , et RF_{IN} dont le produit conduit à une plage de valeur entre 1,00 et 3,51.

La valeur de RF_{IN} dépend principalement du type de matériaux en contact avec les 2 faces du géocomposite et de la pression appliquée ; il dépend également de la nature des géotextiles et/ou films étanches liés à l'âme drainante. Par expérience, pour des contacts rigide-rigide, RF_{IN} est pris égal à 1,00 alors que pour les contacts rigide-mousse et mousse-mousse, la valeur varie entre 1,00 et 1,50 s'accroissant avec la pression appliquée et la durée de service.

Les valeurs de RF_{CC} et RF_{BC} dépendent de la composition chimique et biologique du fluide à drainer ; les essais de laboratoire pour déterminer ces valeurs sont très difficiles à assurer, aussi en l'absence d'essais spécifiques normalisés le choix de RF_{CC} et RF_{BC} peut être fait sur la base des critères empiriques suivants :

- pour de l'eau propre : $RF_{CC} = RF_{BC} = 1,00$;
- pour de l'eau ayant une haute teneur en calcium ou en oxyde de fer ou d'autres matériaux incrustant : $RF_{CC} = 1,10 - 1,30$ et $RF_{BC} = 1,00$;
- pour de l'eau ayant une haute teneur organique (lixiviats, eaux usées...) : $RF_{CC} = 1,00$ et $RF_{BC} = 1,10$ à 1,80.

Le coefficient de réduction lié à la compression au fluage RF_{CR} dépend du type de géocomposite, de la pression appliquée et de la durée de service du projet. Il est défini par la relation :

$$RF_{CR} = q_t / q_0 \quad (3)$$

avec

q_t : capacité drainante du géocomposite au temps t

q_0 : capacité drainante du géocomposite à court terme

Les essais de compression au fluage sont couramment menés sur une période de dix mille heures (Geosynthetic Institute, 2001 et ISO/NP TR 18198, 2012) avec une extrapolation possible d'un ordre de magnitude de 1 ou 2 dans le temps, ce qui permet d'obtenir des valeurs sur une durée de 10^6 h soit 120 ans. La mesure en continu de la capacité drainante du géocomposite de drainage suivant la norme NF EN ISO 12958 serait très onéreuse sur une période aussi longue que 10.000 h (14 mois). Il est en revanche plus aisé de procéder à des essais de compression au fluage sur le géocomposite selon la norme NF EN ISO 25619-1 avec une mesure régulière de l'épaisseur du géocomposite. Ces essais permettent de définir le coefficient de réduction sur l'épaisseur du géocomposite RF_{th} , défini par la relation :

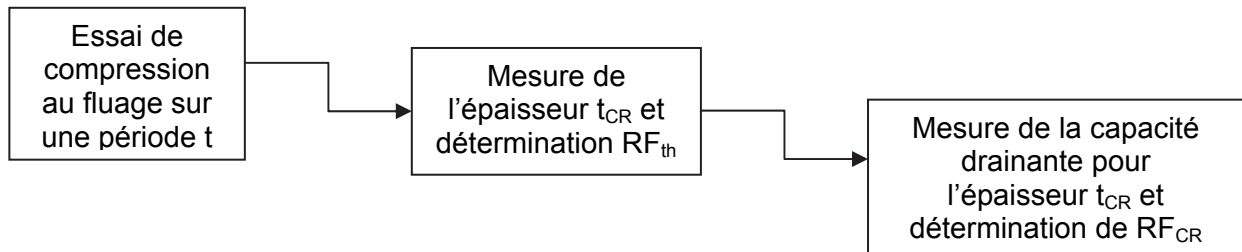
$$RF_{th} = t_0 / t_{cr} \quad (4)$$

avec

t_0 : épaisseur du géocomposite avant application de la charge

t_{cr} : épaisseur du géocomposite au temps t , soumis à un essai de compression au fluage

La relation entre l'épaisseur du géocomposite et la capacité drainante n'étant pas linéaire, il n'est pas possible de relier directement RF_{th} à RF_{CR} . Il est de l'avis des auteurs que la détermination de RF_{CR} doit être réalisée suivant la norme NF EN ISO 12958 à des valeurs spécifiées de l'épaisseur t_{cr} issues d'essais de compression au fluage. Il est ainsi possible d'obtenir des valeurs de RF_{CR} pour des durées de service variant entre 1 et 100 ans en appliquant le principe du logigramme de la figure 4 (Irstea, 2006).

Figure 4. Logigramme pour la détermination de RF_{CR}

Le coefficient de correction F_{ir} n'est à utiliser que si les essais de capacité drainante ont été réalisés dans des conditions de contact différentes de la réalité (exemple : les essais ont été réalisés en contact rigide/rigide alors que l'application est un drainage sous remblai qui correspond à un contact de nature mousse/mousse). Le tableau 2 suggère des valeurs par défaut de ce coefficient sur la base des essais réalisés par les auteurs dans les trois configurations sur plusieurs cas de figure.

Tableau 2. Valeurs suggérées du coefficient de correction F_{ir}

Contact dans les conditions du projet	Contact dans les conditions d'essai		
	Rigide / Rigide	Rigide / mousse	Mousse/ mousse
Rigide / Rigide	1,0	1,5 – 2,5	2,0 – 4,0
Rigide / mousse	0,5 – 0,7	1,0	1,2 – 2,0
Mousse/ mousse	0,3 – 0,5	0,4 – 0,6	1,0

4. Campagne d'essais de compression au fluage réalisée sur les géocomposites de drainage étudiés dans l'article

Une campagne d'essais à grande échelle a été menée par le Texas Research Institute à Austin aux USA (Texas Research Institute, 2014-1) pour déterminer le comportement en compression au fluage de plusieurs types de géocomposite de drainage (épaisseur et nature de l'âme drainante variable). Nous nous contenterons de reporter les résultats des seuls géocomposites à âme drainante en géomat avec configuration en W et d'épaisseur variant entre 4,1 et 7,2mm.

4.1. Mode opératoire

Les essais de compression au fluage (Figure 5) ont été réalisés suivant la norme NF EN ISO 25619-1. Les échantillons ont été préparés sous forme de carrés de 150 mm de côté et ont été placés dans une atmosphère à $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$ sur une durée de 10.000 h. Pour chaque intensité de contrainte exercée, 2 échantillons ont été testés, l'un étant testé à 1.000 h, le second à 10.000 h. Les essais ont montré (Texas Research Institute, 2014-1) que le phénomène de fluage en compression est toujours présent après 10.000 h et que les valeurs enregistrées à 100, 1.000 et 10.000 h sont bien alignées sur un graphique semi-logarithmique, ce qui permet une extrapolation de la réduction d'épaisseur jusqu'à 1.000.000 h.

Des essais de compression au fluage accélérés (Figure 6) ont également été réalisés suivant le protocole de la norme ASTM D7361-07, suivant laquelle les échantillons sont soumis à un essai de compression à température croissante dans le temps. La température a varié entre 20 et 76°C par paliers successifs de 7°C tous les 10.000 s (7 h), sur une durée totale de 56h.

Une fois les essais de fluage en compression réalisés, la capacité drainante du géocomposite a été mesurée à des épaisseurs prédéfinies variant entre 25% et 90% de l'épaisseur d'origine t_0 (Texas Research Institute, 2014-2), suivant la norme ASTM D 4716 (équivalente à la NF EN ISO 12958), pour des gradients hydrauliques $i = 0,05$, $i = 0,10$ et $i = 0,20$, avec des contacts rigides - rigides. Ces épaisseurs ont été définies conformément aux résultats des essais de compression au fluage pour toutes les intensités de contrainte et de durée d'application.



Figure 5. Photographies des appareils de mesure des essais de compression au fluage conventionnels



Figure 6: Photographie de l'appareil de mesure de l'essai de compression au fluage accéléré

4.2. Calcul du coefficient de réduction RF_{CR}

Les tableaux 3 et 4 présentent les coefficients de réduction RF_{th} issus des résultats des essais de compression au fluage ainsi que les coefficients de réduction RF_{CR} associés pour différentes contraintes et durée de service avec et sans application d'un effort de cisaillement égal à 20 % de l'effort vertical.

Les durées de services de 1, 5, 10, 20, 50 et ≥ 100 ans ont été retenues

En termes d'applications, les ouvrages provisoires sont souvent considérés comme ayant une durée de service de 1 à 5 ans, les routes de 20 à 50 ans, les installations de stockage de déchets de 30 à 50 ans et les ouvrages structurels (murs de soutènement, tunnels...) ≥ 100 ans.

La réalisation des essais sans effort de cisaillement correspond à des applications horizontales ou verticales (gradient hydraulique proche de 0 ou de 1) alors que les essais réalisés avec un effort de cisaillement correspondent à des applications sur pente dont l'inclinaison varie entre 25 et 60 degrés.

Tableau 3. Valeurs de RF_{th} et RF_{CR} sans effort de cisaillement appliqué pour des géocomposites de drainage d'épaisseur variable entre 4 et 7.2mm

DURÉE DE SERVICE	PRESSION APPLIQUÉE							
	RF_{th}				RF_{CR}			
	50 kPa	100 kPa	200 kPa	500 kPa	50 kPa	100 kPa	200 kPa	500 kPa
1 an	1,140	1,200	1,450	2,160	1,006	1,094	1,192	2,298
5 ans	1,145	1,220	1,530	2,240	1,014	1,117	1,235	2,666
10 ans	1,150	1,230	1,570	2,280	1,022	1,126	1,277	3,064
20 ans	1,155	1,240	1,600	2,320	1,030	1,135	1,319	3,691
50 ans	1,160	1,250	1,650	2,370	1,038	1,143	1,409	4,929
≥ 100 ans	1,165	1,260	1,720	2,400	1,046	1,150	1,568	5,992

Tableau 4: Valeurs de RF_{th} et RF_{CR} avec effort de cisaillement appliqué pour des géocomposites de drainage d'épaisseur variable entre 4.1 et 7.2mm

DURÉE DE SERVICE	PRESSION APPLIQUÉE							
	RF_{th}				RF_{CR}			
	20 kPa	50 kPa	100 kPa	200 kPa	20 kPa	50 kPa	100 kPa	200 kPa
1 an	1,250	1,270	1,365	1,630	1,143	1,156	1,182	1,370
5 ans	1,256	1,290	1,403	1,721	1,148	1,166	1,185	1,571
10 ans	1,263	1,290	1,415	1,766	1,152	1,166	1,186	1,685
20 ans	1,269	1,300	1,432	1,802	1,156	1,170	1,188	1,778
50 ans	1,275	1,310	1,455	1,862	1,159	1,173	1,193	1,923
≥ 100 ans	1,282	1,320	1,483	1,939	1,162	1,176	1,204	2,068

L'analyse des résultats des deux tableaux met en évidence le caractère non linéaire entre le coefficient de réduction RF_{th} et RF_{CR} : pour les faibles durées de service, la réduction d'épaisseur est plus importante que la réduction de capacité drainante, alors que pour les fortes durée de service l'inverse se produit. Par ailleurs, la mise en place d'un géocomposite de drainage sur pente conduit à des performances réduites par rapport à des applications horizontales ou verticales.

5. Etude de cas

5.1. Introduction

Dans le cadre de la réalisation d'une plateforme multimodale à Longueuil Sainte Marie (60) destinée au stockage de conteneurs, une solution de pré-chargement sur la zone de stockage a été retenue afin de consolider la zone. La durée de consolidation estimée sans drainage vertical étant de 13 mois, le groupement d'entreprise a proposé une variante avec un drainage vertical, réduisant cette période à un mois seulement. Une base drainante en matériaux sablo-graveleux de 0,3m d'épaisseur a été proposée pour évacuer les eaux drainées par le système de drainage vertical.

Un géocomposite de drainage a alors été proposé en substitution aux matériaux naturels drainants. N'ayant aucune donnée hydraulique, le dimensionnement du géocomposite de drainage a été réalisé sur la base d'une équivalence en termes de capacité hydraulique.

5.2. Hypothèses de calcul

Les principales hypothèses pour le calcul sont les suivantes :

- hauteur du remblai de pré-chargement : 5 m
- poids volumique du remblai de pré-chargement : 20 kN/m³
- largeur du remblai de pré-chargement : B = 112 m
- épaisseur du matériau drainant : e = 0.30 m

- perméabilité du matériau drainant : $k=1.10^{-3}$ m/s
- présence d'un exutoire aux deux extrémités du remblai de pré-chargement : $L = B/2$
- application horizontale : $\beta = 0^\circ$

5.3. Détermination du débit équivalent à évacuer

D'après le guide de recommandations du CFG, le débit équivalent à évacuer dans la base drainante, en cas de drainage d'un débit constant à travers un remblai, est défini par la relation:

$$Q = k e^2 / 2 L \quad (5)$$

L'application numérique donne un débit $Q = 0.0008$ l/s/m

5.4. Dimensionnement du géocomposite de drainage

Le dimensionnement d'un géocomposite de drainage à partir de la solution granulaire nécessite l'évaluation de $q(\sigma_n, i_{GCD})$, capacité de débit dans le plan du géocomposite de drainage, sous la contrainte du projet et pour le gradient hydraulique i_{GCD} .

Lors du dimensionnement en équivalence à une couche granulaire donnée (Giroud et al., 2000), la charge hydraulique est considérée comme étant la même que celle de la couche granulaire : $h_{max} = e$.

Avec support horizontal, le gradient hydraulique est défini par la relation:

$$i_{GCD} = h_{max} / L = e / L.$$

L'application numérique donne : $i_{GCD} = 0,0054$

Le choix du géocomposite de drainage dépend principalement de la contrainte appliquée, du gradient hydraulique et de la nature du contact sur les deux faces :

- La contrainte appliquée est définie par la relation $\sigma_n = \gamma \cdot H$, soit $\sigma_n = 100$ kPa.
- Le type de contact est «mousse/mousse», le géocomposite étant placé entre le terrain naturel et le remblai de pré-chargement.

Le géocomposite de drainage sélectionné est composé de deux filtres en géotextiles non tissés, a une épaisseur sous 2 kPa de 7 mm d'épaisseur et présente une capacité drainante à court terme mesurée suivant la norme NF EN EN ISO 12958 pour un contact mousse – mousse et un gradient de 0,0054, $q_0(\sigma_n, i) = 0.051$ l/s/m

Les coefficients de réduction à appliquer pour déterminer la capacité drainante du géocomposite pour la durée de service de l'ouvrage dépendent principalement de la durée de service, de la pression appliquée, de la nature du contact et du contenu biologique et chimique du fluide. Ils sont définis ci-après :

- $F_{ir} = 1$ (essais en laboratoire réalisés dans les mêmes conditions que l'application sur site)
- $RF_{CR} = 1.094$ (voir Tableau 3 pour une contrainte de 100 kPa et une durée de service de 1 an)
- $RF_{BC} = 1.00$ (drainage d'une eau claire)
- $RF_{CC} = 1.00$ (drainage d'une eau claire)
- $RF_{IN} = 1.237$ (valeur estimée pour ce géocomposite sur la base de résultats d'essais et extrapolés pour les contraintes de site),

soit un coefficient de réduction global de 1,35.

La capacité drainante pour la durée de service peut être déterminée en appliquant l'équation (2), soit $q_t(\sigma_n, i) = 0,0377$ l/s/m

On peut alors vérifier que $q_t(\sigma_n, i) \geq Q$ et l'équivalence hydraulique des deux solutions est vérifiée, avec un facteur de sécurité d'équivalence très important : $FS_E = q_t(\sigma_n, i) / Q = 46,9$.

5.5. Résultat

Le recours à l'utilisation d'un géocomposite de drainage dans le cas d'un drainage horizontal sous remblai de pré-chargement (Figure 7) a permis une économie globale significative sur le projet tout en réduisant le temps d'installation. Les propriétés du géocomposite à âme drainante en geomat facilitent la pose et augmentent les rendements (pas de sens imposé de pose).



Figure 7: Longueuil Sainte Marie (60) – mise en œuvre du remblai sur le géocomposite de drainage

6. Conclusion

Cet article approche de façon détaillée les coefficients de réduction à appliquer à la capacité drainante à long terme d'un géocomposite de drainage composée d'une âme drainante en monofilaments extrudés en polypropylène. La décomposition minutieuse de l'ensemble des paramètres participant à la réduction de la capacité drainante dans le temps du géocomposite de drainage permet au concepteur d'appliquer au plus juste le coefficient de réduction global sur la capacité drainante à court terme.

Les résultats de la campagne d'essais de compression au fluage effectuée sur de nombreux échantillons ont mis en évidence le caractère non linéaire entre les coefficients de réduction sur l'épaisseur du géocomposite et sur le fluage en compression.

7. Références bibliographiques

- Comité Français des Géosynthétiques (2013) Guide de recommandations pour l'emploi des Géosynthétiques dans les systèmes de Drainage et de Filtration. 54 pages.
- AFNOR (2010) NF EN ISO 12958: Géotextiles et produits apparentés - Détermination de la capacité de débit dans leur plan, 13 pages.
- AFNOR (2009) NF EN ISO 25619-1: Géosynthétiques - Détermination du comportement en compression - Partie 1 : propriétés de fluage en compression, 28 pages.
- ASTM (2012) ASTM D7361-07: Standard Test Method for Accelerated Compressive Creep of Geosynthetic Materials Based on Time-Temperature Superposition Using the Stepped Isothermal Method, 8 pages.
- ISO/NP TR 18198 (2012) Guide to the Determination of Long term Flow of Geosynthetic Drains
- Geosynthetic Institute (2001) GRI Standard GC8 Determination of the Allowable Flow Rate of a Drainage Geocomposite, 11 pages
- Giroud, J.P., Zhao, A., and Bonaparte, R. (2000), "The Myth of Hydraulic Transmissivity Equivalency Between Geosynthetic and Granular Liquid Collection Layers", Geosynthetics International, Special Issue on Liquid Collection Systems, Vol. 7, Nos. 4-6, pp. 381-401.
- Koerner, R. M. (1998), 'Designing with Geosynthetics' (4th Edition), Prentice Hall, USA, 761 pages
- Irstea (2006), Géocomposites de drainage : relation entre capacité de débit et épaisseur à long terme, 7 pages
- Texas Research Institute (2014-1), Compression Creep Properties of Macdrain "W" Series Drainage Composites. Report for Officine Maccaferri SpA
- Texas Research Institute (2014-2), TRI Log #: E2390-17-02 – Geocomposite test results, thickness dependant transmissivity ASTM D4716. Report for Officine Maccaferri SpA

