

ÉVALUATION DE LA RÉDUCTION DE CAPACITÉ DE DÉBIT À LONG TERME DES GÉOCOMPOSITES DUE À L'INTRUSION DU FILTRE

EVALUATION OF THE DECREASE OF LONG TERM WATER FLOW CAPACITY OF GEOCOMPOSITES DUE TO FILTER INTRUSION

Alain HERAULT¹, Roland GALLO², Nathalie TOUZE-FOLTZ²

¹ COLBOND Geosynthetics, Saint-Denis, France

² Cemagref, Unité HBAN, Antony, France

RÉSUMÉ – Des essais de capacité de débit dans le plan ont été effectués sur 4 types de géocomposites de drainage pendant 7 jours avec deux modes d'application de la contrainte : avec une interface rigide entre le géocomposite et la contrainte ou avec une interface souple. Les essais ont été réalisés sous une contrainte normale de 200 kPa. Ils ont permis de montrer l'incidence du type d'interface sur les performances hydrauliques. On a pu également isoler et quantifier le phénomène d'intrusion du filtre dans le géoespaceur. Une démarche est proposée pour traduire ce phénomène dans le dimensionnement à long terme de la capacité de débit dans le plan des géocomposites de drainage.

Mots-clés : Ame drainante, Filtre, Capacité de débit dans le plan, Intrusion, Surfaces de contact.

ABSTRACT – Water flow capacity in the plane tests were performed with 4 drainage geocomposites during 7 days with two types of contact area, either with a rigid contact area to apply the load on the geocomposite or with a flexible contact area. These tests were performed under a 200 kPa load. They allowed to evidence the influence of the type of the contact area on the hydraulic performance of the products. Thanks to this work, we could isolate and quantify the intrusion phenomenon of the filter inside the geospacer too. An approach is proposed to take into account this phenomenon on the long term design of drainage capacity in the plane of drainage composites.

Keywords: Drainage core, Filter, Discharge capacity in the plane, Intrusion, Contact area

1. Introduction

La révision en cours du guide du Comité Français des Géosynthétiques intitulé « Recommandations pour l'emploi des géotextiles dans les systèmes de drainage et de filtration » (1986), qui servira de base de travail à la révision de la norme NF G 38-061 (AFNOR, 1993), relative au dimensionnement des dispositifs de drainage par géosynthétiques, est l'occasion d'introduire, à l'instar de ce qui se fait déjà pour la fonction renforcement des sols, la notion de performances à long terme pour la fonction drainage des sols. En effet, une meilleure connaissance et prise en compte des comportements à long terme permet de remplacer dans les calculs de dimensionnement des valeurs forfaitaires et empiriques de coefficients de sécurité par des coefficients partiels déduits d'essais de laboratoires.

La première cause de la réduction de capacité de débit d'un géosynthétique dans le temps est sa réduction d'épaisseur (fluage en compression), la seconde cause est l'intrusion potentielle du filtre dans le géoespaceur. Ne disposant pas d'éléments d'appréciation sur ce second point, les auteurs ont décidé d'y consacrer un programme de recherche pour améliorer leur connaissance du phénomène et alimenter par des données scientifiques les travaux de normalisation en cours.

La réglementation européenne (Marquage CE) et la certification française (ASQUAL) imposent pour les produits géosynthétiques revendiquant la fonction drainage/filtration, d'afficher sur les documents d'accompagnement CE et, le cas échéant, sur les certificats de qualité ASQUAL une valeur de capacité de débit dans leur plan. Ces produits doivent être testés en laboratoire conformément à la norme d'essai NF EN ISO 12958 (AFNOR, 1999). L'un des paramètres de mesure est la contrainte de compression simple appliquée au produit. Cette contrainte doit être appliquée sur le produit placé soit entre deux couches de mousse pour simuler le sol sur les deux faces soit entre une couche de mousse et une plaque rigide pour simuler par exemple un support béton. Le mode d'application entre deux plaques rigides n'est pas pris en compte dans la norme car il n'est pas représentatif des conditions d'utilisation in situ. On l'utilisera néanmoins dans cette étude car il permet de se remettre dans les conditions de l'essai, purement mécanique, de fluage en compression simple réalisé selon la norme NF EN 1897 (AFNOR, 2003) et d'étudier l'effet de la seule réduction d'épaisseur (compressibilité) du produit sur sa capacité de débit. Ainsi, par comparaison avec la réduction de la capacité de débit dans le plan générée

par le mode d'application «mousse/mousse », qui intègre la compressibilité du produit et sa sensibilité à une intrusion du filtre dans l'âme drainante (Figure 1), on évaluera l'importance de ce dernier phénomène et l'on proposera une démarche pour en tenir compte dans le dimensionnement hydraulique des produits.

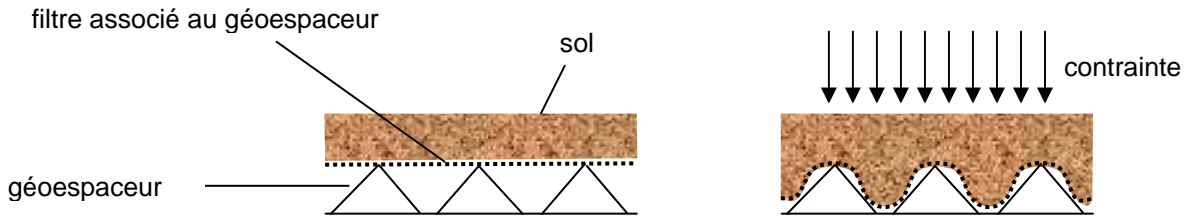


Figure 1. Principe du phénomène d'intrusion du filtre dans une âme drainante

2. Conditions opératoires de l'essai

La première étape consiste à quantifier l'évolution temporelle de la capacité de débit dans le plan de géocomposites de drainage. On réalise un premier essai de capacité de débit dans le plan selon la norme NF EN ISO 12958 pour quatre géocomposites de drainage différents, testés sur une seule éprouvette entre deux plaques rigides et un deuxième essai de capacité de débit dans le plan qui lui est réalisé entre deux plaques de mousse. Un gradient hydraulique de $i = 1$ et une seule contrainte normale en compression de 200 kPa sont appliqués aux produits testés.

Ces essais sont réalisés avec des prises de mesure à 8, 15, 30, 60 minutes, 2, 6, 24 heures, 2, 3, 4 et 7 jours. Si le débit n'est pas stable, l'essai est prolongé au-delà des 7 jours et jusqu'à 10 jours maximum.

Chaque géocomposite de drainage est associé à un géotextile non tissé thermolié collé ou non collé. Ces différents essais ont pour but d'estimer la diminution de la capacité du débit dans le temps pour différentes méthodes d'application de la contrainte normale afin de définir un nouveau coefficient de réduction de débit.

Deux cas de figure sont étudiés :

- Contact plaque/plaque: le géocomposite est testé entre deux plaques rigides ;
- Contact mousse/mousse : le géocomposite est testé entre deux plaques de mousse. Les plaques de mousse sont changées pour chaque géocomposite de drainage.

Une seule éprouvette par matériau est testée pour chaque mode d'application de la contrainte.

3. Échantillons testés

On décrit ci-dessous la structure drainante (géoespaceur) des géocomposites de drainage testés :

- Nappe filamenteuse entre deux filtres avec une couture en partie centrale de l'éprouvette (référence 07.001) ;
- Nappe alvéolaire avec 2 filtres non collés (référence 07.004) ;
- Nappe à picots avec 2 filtres non collés (référence 07.005) ;
- Géogrille avec 2 filtres collés (référence 07.006) ;

La figure 2 présente la cellule de mesure de capacité de débit dans le plan qui a été utilisée.

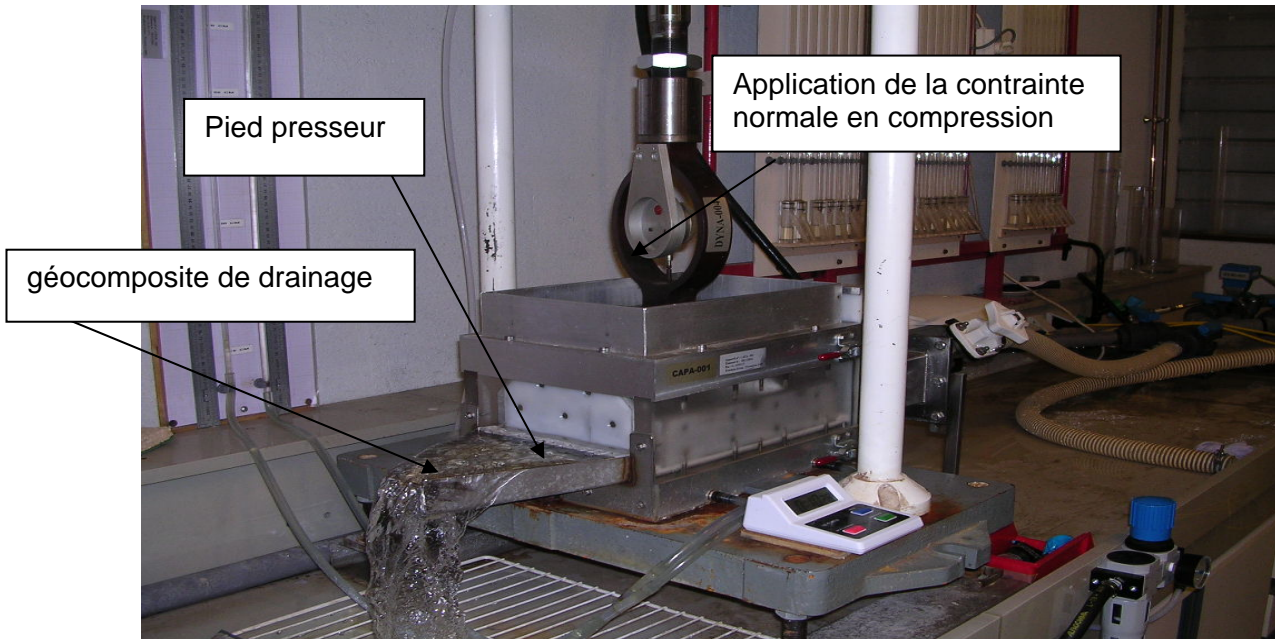


Figure 2. Banc de capacité de débit dans leur plan

4. Résultats

4.1. Essais effectués entre deux plaques rigides

L'essai de capacité de débit dans le plan entre 2 plaques rigides est représentatif de l'essai de fluage en compression simple. La figure 3 présente les résultats obtenus pour les quatre matériaux testés entre deux plaques rigides au cours du temps.

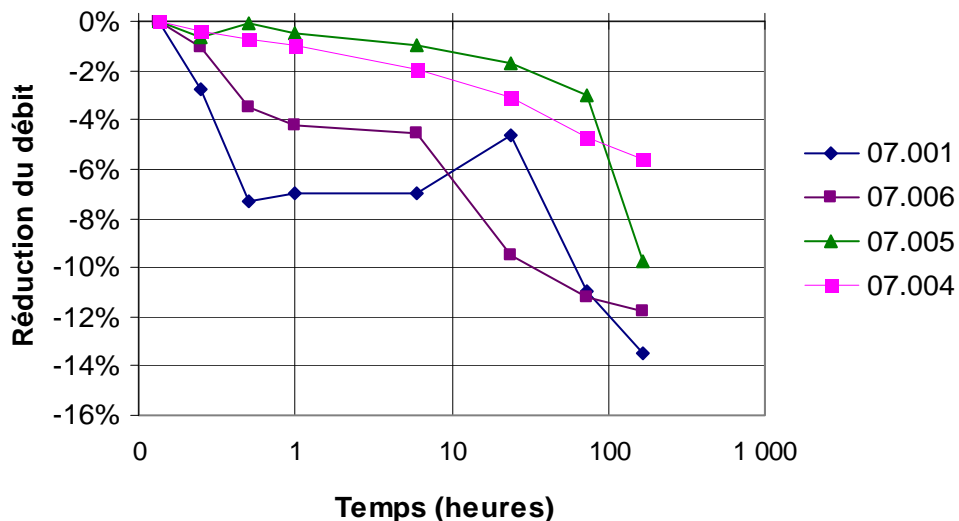


Figure 3. Synthèse des réductions de capacité de débit dans le plan entre deux plaques rigides

Les réductions de débit obtenues après 7 jours d'essai en plaque-plaque sont faibles sur les quatre produits testés. En effet, la réduction de débit varie pour ces quatre produits de 5,6 % à 13,5 % (à comparer à 13,1 % à 19,1 % pour les essais réalisés en mousse-mousse, voir 42,0 % pour la géogrille). Ces réductions de débit (%) dans le temps n'intègrent que la compressibilité du produit, propriété mécanique mesurable par l'essai de fluage en compression NF EN 1897.

4.2. Essais effectués entre deux plaques de mousse

La figure 4 présente les résultats obtenus pour les quatre produits testés entre deux plaques de mousse en fonction du temps.

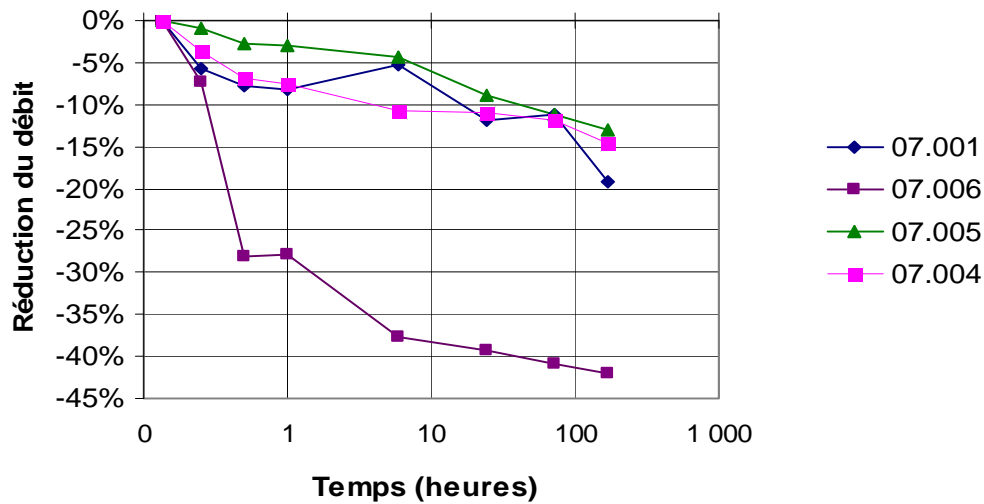


Figure 4. Synthèse des réductions de capacité de débit dans le plan entre deux plaques de mousse

La première valeur de débit, servant de référence pour le calcul de la réduction, est obtenue après 8 minutes d'essai (correspondant à 0,13 heures). Elle correspond à la durée indiquée dans la norme d'essai de capacité de débit dans le plan en vigueur pour la prise de la première mesure.

Les résultats de réduction de débit obtenus après 7 jours d'essai en mousse-mousse montrent que pour les produits semi-compressibles, c'est-à-dire la nappe filamentaire avec 2 filtres, la nappe alvéolaire avec 2 filtres et la nappe à picots avec 2 filtres, la réduction du débit varie de 13,1 % à 19,1 %. Seul le produit géogrille avec 2 filtres collés présente une réduction du débit de 42,0 % en lien avec l'intrusion du filtre dans le produit.

Ces réductions de débit (%) dans le temps intègrent à la fois la compressibilité du produit et l'intrusion du filtre dans l'âme drainante.

4.3. Évolution temporelle du débit par type de produit

La figure 5 présente l'évolution temporelle de la réduction du débit pour une nappe filamentaire entre deux filtres avec une couture en partie centrale de l'éprouvette. La réduction du débit obtenue au bout de 7 jours d'essai en mousse-mousse est de 19,1 % et en plaque-plaque de 13,5 %.

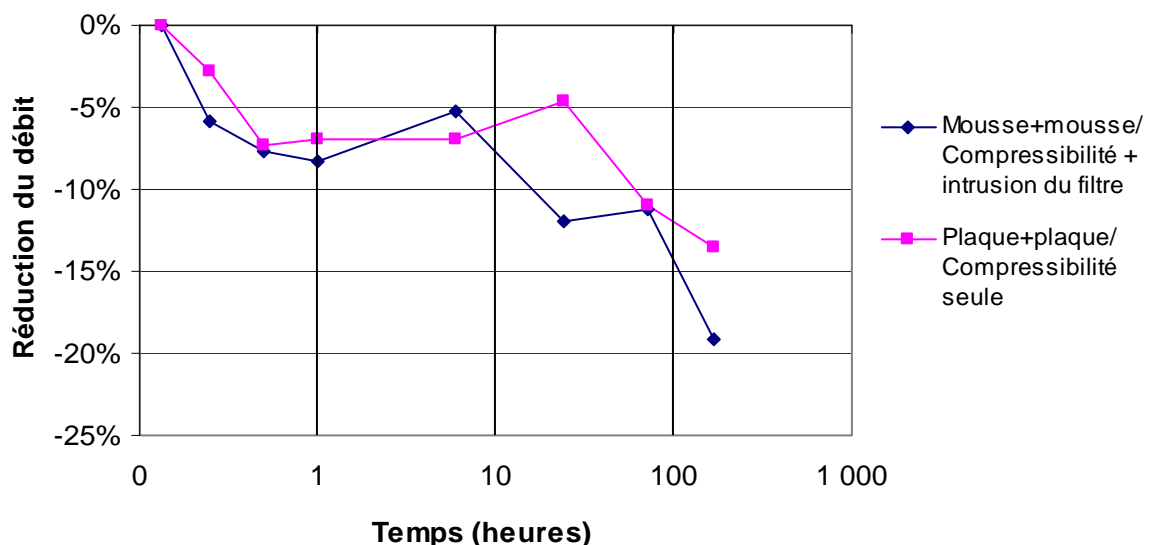


Figure 5. Nappe filamentaire entre deux filtres avec une couture en partie centrale de l'éprouvette

La figure 6 présente l'évolution temporelle de la réduction du débit pour une nappe alvéolaire entre deux filtres non collés. La réduction du débit obtenue au bout de 7 jours d'essai en mousse-mousse est de 14,6 % et en plaque-plaque de 5,6 %.

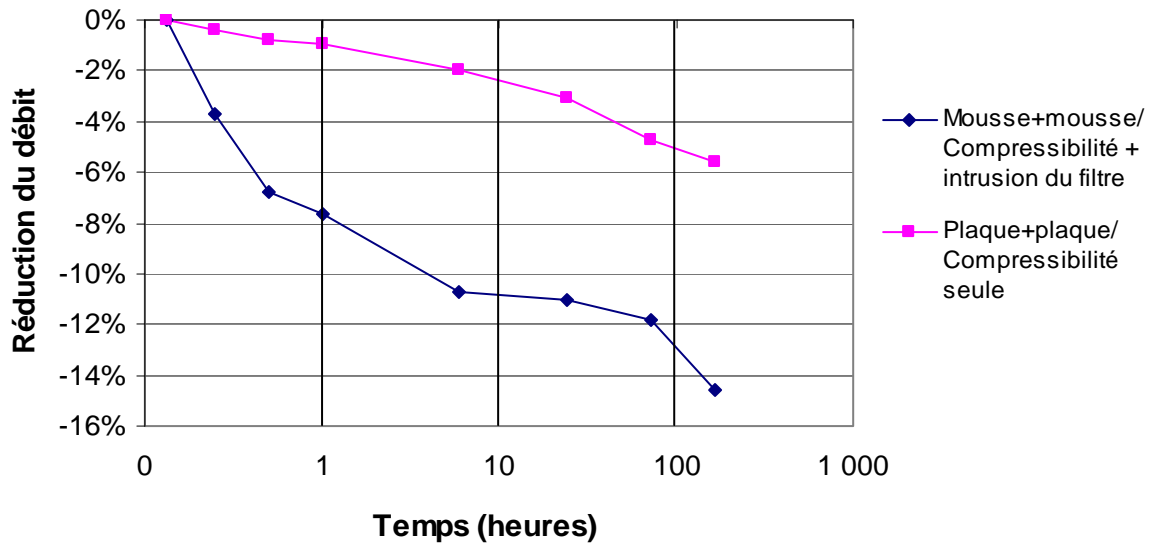


Figure 6. Nappe alvéolaire entre deux filtres non-collés

La figure 7 présente l'évolution temporelle de la réduction du débit pour une nappe à picots entre deux filtres non collés. La réduction du débit obtenue au bout de 7 jours d'essai en mousse-mousse est de 13,1 % et en plaque-plaque de 9,8 %.

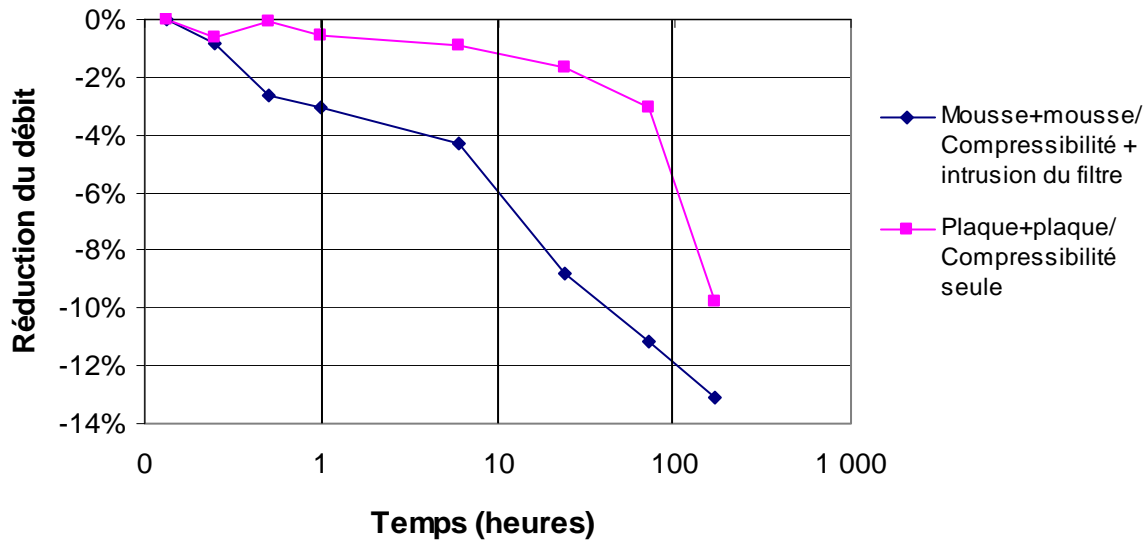


Figure 7. Nappe à picots entre deux filtres non-collés

La figure 8 présente l'évolution temporelle de la réduction du débit pour une géogrille entre deux filtres collés. La réduction du débit obtenue au bout de 7 jours d'essai en mousse-mousse est de 42,0 % et en plaque-plaque de 11,8 %.

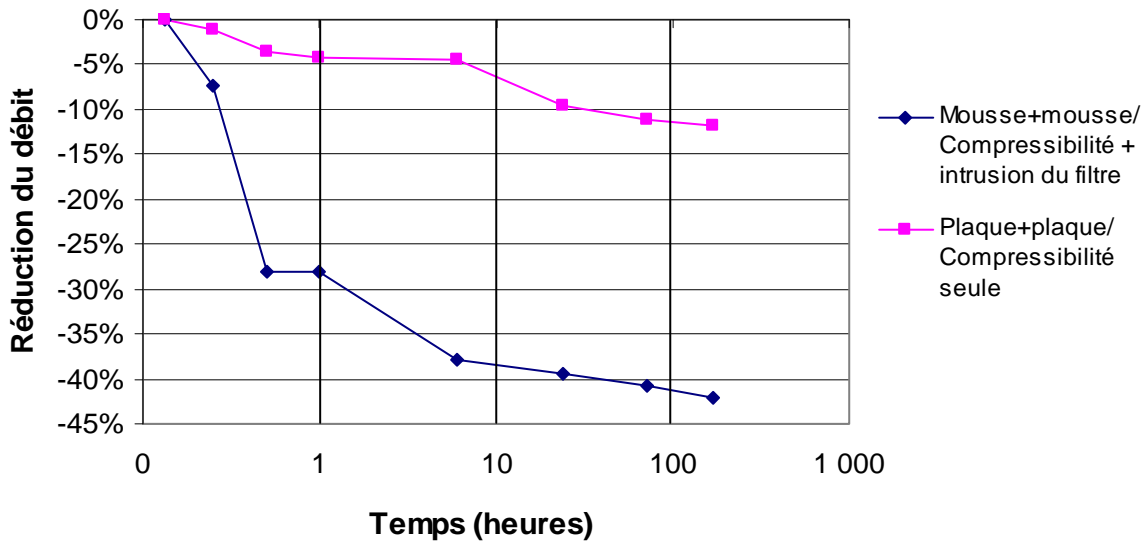


Figure 8. Géogrille entre deux filtres collés

4.4. Calcul et expression des résultats

Le seul phénomène d'intrusion du filtre dans la structure drainante conduit à un débit résiduel

$$Q_i(t) = Q_m(t) + dQ_r(t) \quad (1)$$

avec

- Q_i = débit résiduel lié au seul phénomène d'intrusion ;
- Q_m = débit mousse-mousse selon NF EN ISO 12 958.

On le ramène au débit initial par le facteur $\alpha(t)$ défini par la relation suivante :

$$a(t) = \frac{Q_m(8 \text{ min})}{Q_m(t) + dQ_r(t)} \quad (2)$$

avec

$$dQ_r(t) = Q_r(8 \text{ min}) - Q_r(t) \quad (3)$$

où :

- Q_r = débit plaque-plaque ;
- dQ_r = variation du débit liée à la seule compressibilité de la structure ;

On définit ainsi un coefficient partiel, que l'on notera $\alpha(\sigma)$, permettant de prendre en compte dans le dimensionnement à long terme des géocomposites de drainage le phénomène d'intrusion du filtre dans l'âme drainante. Il s'appliquerait à la valeur de débit mesurée conformément à la norme NF EN ISO 12958 en conditions mousse/mousse (notée ici $Q_m(8\text{min})$). $\alpha(\sigma)$ serait dépendant de la contrainte de compression et pourrait correspondre à la valeur asymptotique de la courbe $\alpha(t)$.

Sous la contrainte σ , on obtient :

$$Q_i = \frac{Q_m(8 \text{ min})}{\alpha(\sigma)} \quad (4)$$

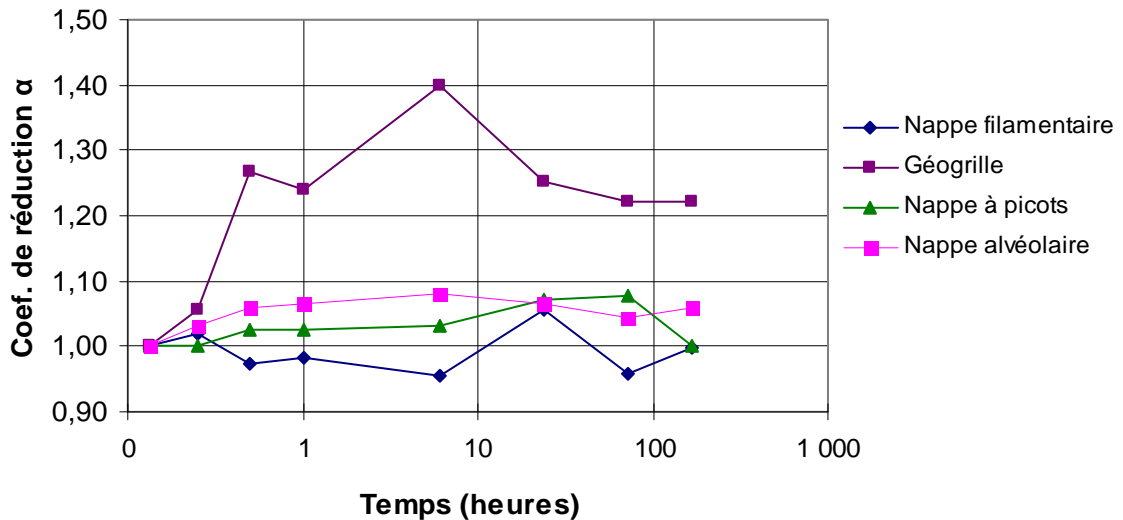


Figure 9. Courbes $\alpha(t)$ pour les quatre produits testés sous une contrainte $\sigma = 200$ kPa.

La figure 9 présente pour les quatre produits testés sous une contrainte $\sigma =$ égale à 200 kPa les courbes $\alpha(t)$. On observe pour la nappe filamenteuse que la courbe $\alpha(t)$ oscille autour de la valeur 1. Les courbes des autres produits semi-compressibles, nappe à picots et nappe alvéolaire sont légèrement supérieures ou égales à 1. La courbe de la structure géogrille tend vers la valeur 1,22.

5. Conclusion

L'ensemble des résultats présentés dans cet article montre de façon significative, premièrement que le mode de transmission de la contrainte normale sur le géocomposite peut avoir une influence non négligeable sur les performances du produit : les concepteurs doivent donc prescrire le mode d'application de la contrainte requis, mousse/mousse ou plaque/mousse selon le support, et les contrôleurs doivent vérifier en phase travaux les performances du produit pour le mode d'application spécifié. Deuxièmement le résultat de la capacité de débit pris à 8 minutes surestime de façon importante la valeur mesurée à 7 jours. Pour l'ensemble des géocomposites de drainage testés, la capacité de débit mesurée à 7 jours correspond à une réduction de 13,1 à 42,0 % de la capacité de débit à 8 minutes. Enfin, les résultats de cette étude permettent de visualiser le phénomène d'intrusion du filtre dans l'âme drainante en l'isolant de la compressibilité de la structure. La démarche suivie conduit à la définition d'un coefficient partiel $\alpha(\sigma)$ lié au seul phénomène d'intrusion du filtre dans le dimensionnement des géocomposites de drainage. Les valeurs indiquées ici ont été déterminées pour une contrainte normale de 200 kPa. Le débit de dimensionnement à long terme que l'on note ci-après Q_{di} prenant en compte la seule intrusion potentielle du filtre dans le géospaceur serait égal à

$$Q_{di} = \frac{Q[\text{NF EN ISO 12958}]}{\alpha(\sigma)}$$

Cette conclusion confirme l'intérêt et l'importance de cette étude qui permettra de préciser un des aspects du comportement à long terme des géocomposites de drainage dans le nouveau fascicule « Recommandations pour l'emploi des Géosynthétiques dans les systèmes de Drainage Filtration », du Comité Français des Géosynthétiques et dans la future norme révisée NF G38-061 qui s'en inspirera.

6. Remerciements

Les auteurs remercient sincèrement Alain Thomas qui a réalisé une grande partie des essais de capacité de débit dans le plan.

7. Références bibliographiques

- AFNOR (1993). NF G38-061 Articles à usages industriels - Recommandations pour l'emploi des géotextiles et produits apparentés - Détermination des caractéristiques hydrauliques et mise en oeuvre des géotextiles et produits apparentés utilisés dans les systèmes de drainage et de filtration.
- AFNOR (1999). NF EN ISO 12958. Géotextiles et produits apparentés - Détermination de la capacité de débit dans leur plan, 14 pages.
- AFNOR (2003). NF EN 1897. Géotextiles et produits apparentés - Détermination des propriétés de fluage en compression, 15 pages.