

# EFFICACITÉ D'UN GÉOCOMPOSITE DE DRAINAGE SOUS FORTE CONTRAINTE

## EFFICIENCY OF A DRAINING GEOCOMPOSITE UNDER HEAVY LOAD

J.L. MICHAUX, P. BROCHIER  
Terageos, Veurey Voroize

**RÉSUMÉ** – L'utilisation de géocomposites de drainage en variante aux solutions traditionnelles de drainage permet de s'affranchir de tout ou partie des matériaux granulaires. En fonction de l'application, il est important de s'interroger sur l'efficacité du géocomposite drainant sous forte contrainte. C'est en particulier le cas pour le drainage des lixiviats en fond d'installation de stockage de déchets, le drainage des eaux sous un remblai routier ou celui sous une retenue d'altitude. Cet article présente un géocomposite drainant adapté pour ces applications, les tests de débit sous charge réalisés, et une enquête de terrain sur le bon fonctionnement du produit dans le temps, sous contrainte.

Mots-clés : géosynthétique, drainage, mini-drain, remblai, décharge

**ABSTRACT** – The use of draining geosynthetics instead of traditional draining solution, allows to limit the thickness of the layer of granular materials. Depending on the project, it is important to take into account the efficiency of the draining geosynthetic under heavy load. This is important for the drainage of leachate at the bottom of a landfill, the water drainage below a road embankment or under an artificial lake. This paper presents a drainage geosynthetic developed for these applications, the water flow tests performed, and an in situ control of the efficiency of the product with time, under load.

Keywords: geosynthetic, drainage, mini-drain, embankment, landfill,

## 1. Introduction

La hausse croissante du prix des matériaux granulaires, multiplié par 3 en 50 ans (Christopher, 2014) ainsi que la volonté affichée par le Grenelle de l'Environnement de préserver les ressources naturelles, ont favorisé le développement de solutions alternatives en géosynthétiques, plus économiques et plus respectueuses de l'environnement. Le drainage est l'une de ces applications, pour laquelle il est important de s'interroger sur le comportement du géocomposite sous forte charge. C'est en particulier le cas pour le drainage des lixiviats en fond de décharge, le drainage des eaux sous un remblai routier ou sous l'étanchéité en fond de retenue artificielle d'altitude. Pour ces différents ouvrages, les contraintes économiques et environnementales, ainsi que les risques en cas de dysfonctionnement, imposent le recours à des produits adaptés.

Cet article présente un géocomposite drainant développé pour ces applications, les tests de débit sous contrainte réalisés, et une enquête de terrain sur le bon fonctionnement du produit dans le temps.

## 2. Critères pour un drainage efficace sous forte charge

Indépendamment de la fonction éventuelle de protection de la géomembrane (cas du drainage des lixiviats en fond d'installation de stockage de déchets par exemple), il est important que les géocomposites de drainage sous forte charge respectent les critères suivants : géocomposite sectorisé, résistant à la compression, drainage efficace à long terme.

### 2.1. Géocomposite sectorisé

En cas de dysfonctionnement du produit, par exemple par perforation accidentelle lors de la mise en œuvre (pierre agressive, engin, ...), il est important que le bon fonctionnement de l'ensemble du produit ne soit pas remis en cause. Pour cela, un produit filtrant dans toute son épaisseur avec une matrice non tissée qui tamponne localement l'accroc et évite la propagation des fines, avec un réseau de mini-drains intégrés, permet de maintenir un drainage global, même si localement, le produit est dégradé. De plus, si l'un des mini-drains est accidentellement abimé à la mise en œuvre, le drainage est maintenu par les mini-drains situés à proximité.

## 2.2. Géocomposite résistant à la compression

Le produit drainant doit être résistant à la compression, pour maintenir un niveau de drainage performant même sous forte contrainte. Le choix du produit nécessite de connaître les contraintes de compression in situ (épaisseur de matériau de remblai, par exemple). On veillera par ailleurs à l'analyse de la fiche technique du produit, en particulier pour la donnée de capacité de débit dans le plan (norme EN ISO 12958) : il existe en effet trois méthodes de test distinctes : l'une entre deux plaques rigides, qui correspond à une situation où le géocomposite est situé entre deux dalles de béton ou deux murs, la deuxième entre une plaque rigide et une mousse, correspondant à un produit placé entre une dalle de béton et le sol, et enfin une troisième méthode entre deux mousses. Seul le test entre deux mousses est représentatif de la réalité du sol sous un remblai, sous une retenue ou en fond installation de stockage de déchets.

Le test de capacité drainante doit être réalisé à une pression adaptée à l'application pour être exploitable. Ainsi, sous un remblai de 10 m de terre, on utilisera la valeur de débit indiquée à 200 kPa.

## 2.3. Efficacité du drainage à long terme

Le test de débit réalisé selon la norme EN ISO 12958 ne prend pas en compte la stabilité de la capacité drainante du produit en fonction du temps. En effet, cette norme détermine un essai à court terme, alors que tous les géocomposites drainants n'ont pas le même comportement à long terme sous contrainte. Certains se déforment rapidement (Figure 1), provoquant une réduction importante de leur capacité drainante (Héroult et Gallo, 2009) qui peut atteindre plus de 40 % pour certains produits (Figure 5). Cette réduction de capacité drainante peut être en particulier provoquée par une intrusion du filtre dans la structure drainante, ou par une forte compression de l'âme drainante.

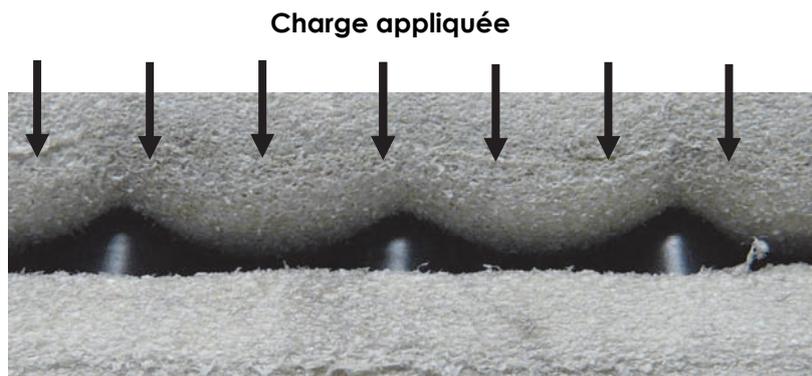


Figure 1. Réduction de débit par intrusion du filtre dans la structure drainante

Le guide « drainage et filtration » du Comité Français des Géosynthétiques préconise d'utiliser un coefficient de sécurité vis-à-vis de cette réduction de capacité drainante :

$$Q_{\text{long terme}} = \frac{Q_{2\text{min}}}{\alpha F} \quad (1)$$

avec :

$Q_{\text{long terme}}$  : débit à long terme

$Q_{2\text{min}}$  : débit mesuré au bout de 2 min selon la norme EN ISO 12958

F = rapport des épaisseurs à 2 min et à 1008 h (42 jours)

$\alpha$  : coefficient de réduction de débit (2,5 par défaut).

## 3. Description de la solution géocomposite drainant sous forte contrainte développée

Le géocomposite présenté ici est un produit manufacturé anisotrope, constitué de l'association de nappes géotextile polypropylène non tissées aiguilletées composites et de mini-drains bleus perforés, de 20 mm de diamètre et régulièrement espacés (réseau de 0,5 à 4 mini-drain par mètre).

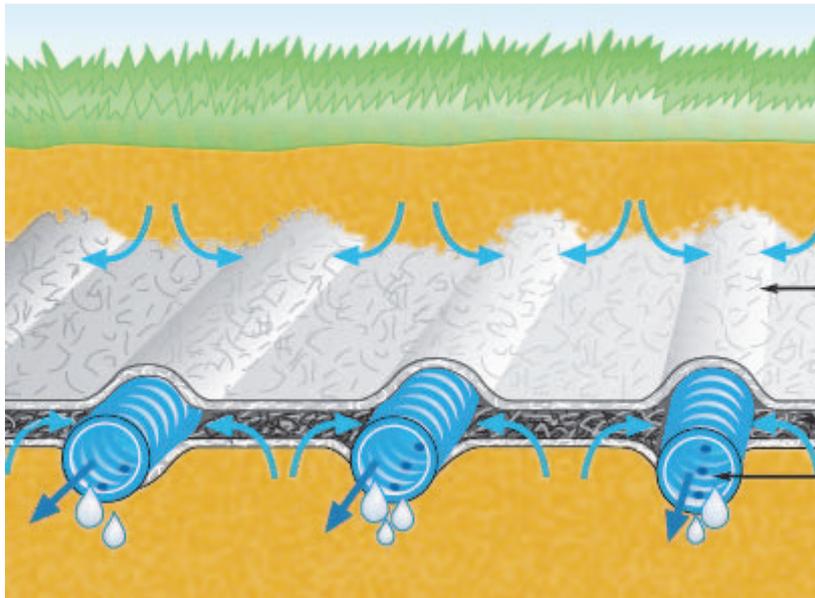


Figure 2. Géocomposite de drainage teradrain®

L'eau contenue dans le sol est filtrée par les faces extérieures du géosynthétique, en fonction de leur perméabilité et de leur ouverture de filtration.

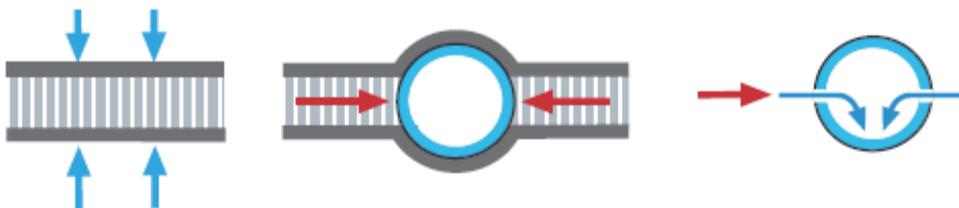


Figure 3. Drainage dans le produit en trois étapes

Une fois à l'intérieur du tapis drainant, l'eau choisit le chemin le plus facile, perpendiculairement aux mini drains perforés, suivant la distance de drainage la plus courte dans le tapis drainant. L'eau pénètre ensuite facilement dans les mini-drains par les nombreuses perforations (280 par mètre de longueur).

#### 4. Dimensionnement du drainage

Le drainage est réalisé par les mini-drains bleus disposés parallèlement et espacés d'une distance adaptée au besoin de drainage (espacement entre 0,25 m et 2m). Ces mini-drains de 20 mm de diamètre sont perforés pour permettre une bonne pénétration de l'eau depuis les matériaux avoisinants. Ils sont intégrés dans la nappe drainante du géocomposite.



Figure 4. Mini-drain bleus mis en place dans le géocomposite pour drainer les eaux du talus.

Le logiciel de dimensionnement *DrainSoft*® a été développé dans le cadre d'une collaboration avec le laboratoire universitaire LIRIGM de Grenoble. Ce logiciel permet d'estimer la capacité drainante pour un projet (figure 5) et de définir le géocomposite drainant le mieux adapté au projet.

Il permet le dimensionnement des nappes drainantes à partir des résultats expérimentaux et des lois de l'hydraulique classiques, telle que la loi de Darcy :

$$Q = K.A. \Delta H/L \quad (2)$$

où Q = débit (m<sup>3</sup>/s), K = perméabilité (m/s), A = surface de la section (m<sup>2</sup>), ΔH/L = gradient hydraulique.

La capacité de débit des mini-drains Q en fonction du gradient hydraulique i, est déterminée par des mesures expérimentales :

$$Q = \alpha.i^n \quad (3)$$

avec  $\alpha = 2,36.10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $n = -0,461$  et I, gradient hydraulique = pente du talus support du géocomposite.

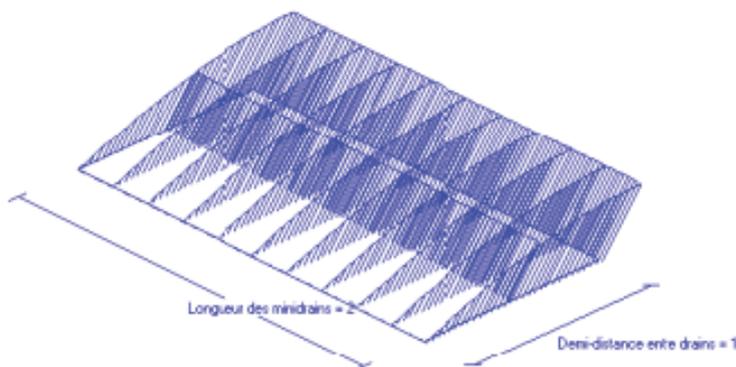


Figure 5. Exemple de modélisation du drainage

### 5. Résistance à la compression du géocomposite drainant

Notre laboratoire de contrôle interne est équipé d'une cellule de test de la capacité de débit dans le plan, normalisée selon la norme EN ISO 12958 (Figure 6). Nous avons procédé à de nombreux tests de capacité de débit dans le plan, essais mousse-mousse, qui conduisent au résultat suivant, confirmé également en externe par des tests à l'Irstea (Antony).

La capacité drainante du géocomposite à mini-drains bleus est très peu influencée par la contrainte, puisqu'entre 20 kPa et 500 kPa, soit entre 1 et 25 m de remblai au dessus du produit drainant, elle passe de  $2,3.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  à  $2,2.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  (Figure 7).

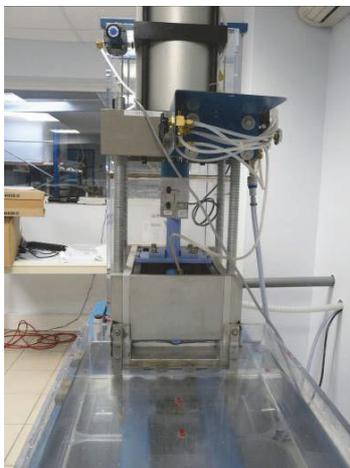


Figure 6. Instrumentation de mesure de la capacité de débit dans le plan selon la norme EN ISO 12958

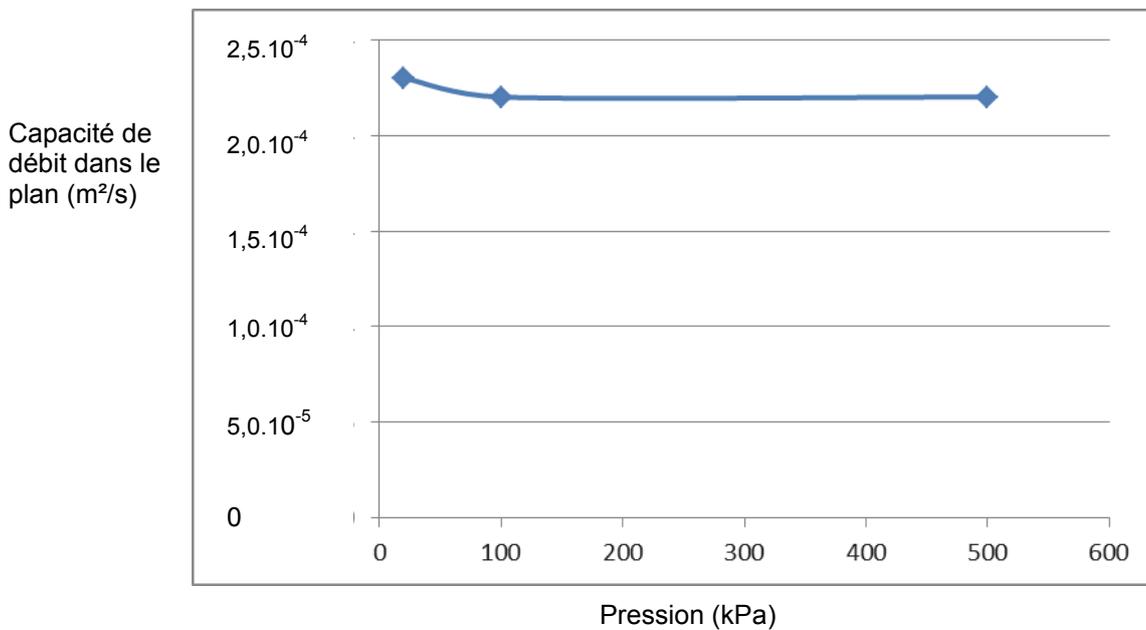


Figure 7. Capacité de débit dans le plan mesuré selon la norme EN ISO 12958

## 6. Efficacité du drainage à long terme

### 6.1 Test en laboratoire

Le géocomposite drainant a été placé dans la cellule de test de débit sous une pression de 200 kPa, pendant une durée de 200 h. Des mesures de débit ont été réalisées toutes les 24 h, conformément au protocole de la norme EN ISO 12958. Ces résultats ont été comparés à ceux mesurés par l'Irstea (Hérault et Gallo, 2009).

Les résultats du test sont très satisfaisants puisque le géocomposite à mini drains bleus a une capacité drainante qui ne varie pas dans le temps : il n'y a pas de fluage des mini-drains sous la charge.

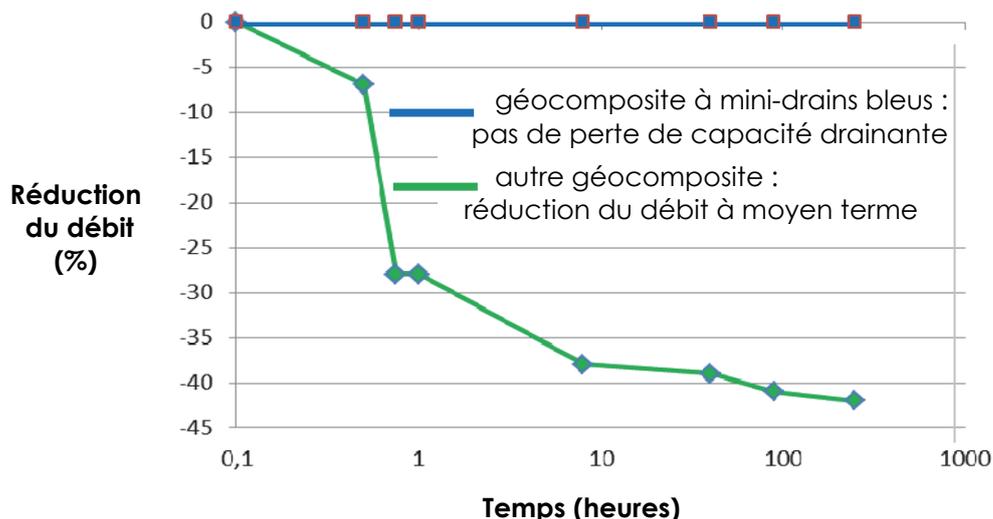


Figure 8. Réduction du débit en fonction du temps

### 6.2. Retour d'expérience in situ

Dans le cadre de la validation de l'avis technique IDRRIM du géocomposite, pour une application de drainage sous remblai, le CETE de Normandie a été missionné par l'IDRRIM pour réaliser une enquête sur le fonctionnement du géocomposite drainant. Le site choisi est la route nationale 142 qui constitue le barreau Est de la rocade de Bourges dans le Cher (18). Sur l'ensemble de la traversée d'Yèvre, la RN

est en remblai avec des hauteurs de l'ordre de 5 mètres. L'étude géotechnique concluait sur la présence de sols compressibles de nature tourbeuse et vasarde avec un niveau de nappe quasi-affleurant. Le rapport géotechnique a conclu à la nécessité de mettre en place un drainage vertical et de réaliser une base drainante en géocomposite de drainage sous le remblai, pour accélérer la consolidation des sols. Le géocomposite drainant a été mis en place en juillet 1998 sur une surface d'environ 7 000 m<sup>2</sup>. L'enquête réalisée par le CETE Normandie Centre en 2013 (Laboratoire Régional de Blois), soit 17 ans après, a permis de vérifier que le produit a fonctionné de manière satisfaisante tant en phase chantier qu'en phase exploitation de la route.

## 7. Conclusion

Le choix d'un géocomposite de drainage doit être adapté à l'application, en fonction de la charge de remblai au dessus du géocomposite et de la durabilité du drainage attendu. Tous les géocomposites drainants n'ont pas les mêmes propriétés et ne réagissent pas de manière identique sous la charge, ainsi qu'à long terme.

Le géocomposite présenté ici, de par sa résistance à la compression et son fluage minime, permet un drainage pérenne, même sous forte charge.

## 8. Références bibliographiques

AFNOR (2010). Norme EN ISO 12958 : Géotextiles et produits apparentés – Détermination de la capacité de débit dans leur plan, 14 pages.

Christopher B.R. (2014). Cost savings by using geosynthetics in the construction of civil works projects, ICG 2014, 19 pages.

Comité Français des Géosynthétiques (2013). Recommandations pour l'emploi des géosynthétiques dans les systèmes de drainage et de filtration, 54 pages.

Hérault A., Gallo, R. (2009). Evaluation de la réduction de capacité de débit à long terme des géocomposites due à l'intrusion du filtre. Rencontres Géosynthétiques 2009, pp. 293-300.