

## Évaluation comparée du colmatage bactériologique d'un géocomposite de drainage en fond d'installation de stockage de déchets

**Dans le secteur des géosynthétiques, la qualité, les performances, la durabilité et la conformité sont essentielles, notamment pour une utilisation sécurisée sur des sites comme les installations de stockage des déchets. Cet article nous présente une étude du potentiel de colmatage biologique de géocomposites de drainage utilisés pour remplacer partiellement la couche granulaire drainante en fond de casier d'une installation de stockage de déchets non dangereux.**

# L

es géocomposites de drainage sont de plus en plus employés par les exploitants d'installations de stockage de déchets (ISD) qui les utilisent en substitution du matériau granulaire, notamment en couvertures de sites.

Peu de sites substituent une partie de la couche drainante en fond de casier par un géocomposite de drainage, en raison des risques de variation des performances hydrauliques à long terme.

Le remplacement partiel de la couche granulaire par un géosynthétique en fond de cellule permet d'économiser le matériau granulaire qui est de plus en plus difficile à trouver et implique des coûts importants. De plus, cette solution permet d'augmenter la capacité de stockage du casier et de réduire le trafic de camions.

Le dimensionnement du géocomposite doit être spécifique à ce type d'application puisqu'il sera soumis à des contraintes importantes et à un environnement agressif du fait des lixiviats.

Pour ce type d'application, un coefficient de sécurité de 10 sur la capacité drainante du produit est généralement considéré pour tenir compte du colmatage bactériologique du filtre. Cependant, il n'existe à l'heure actuelle aucune base rationnelle permettant de déterminer les propriétés requises à long terme pour la couche drainante, et cette valeur de 10 a été définie suivant un simple principe de précaution.

La présente étude propose de déterminer un facteur de colmatage bactériologique pour un géocomposite à

mini-drain spécifiquement développé pour une utilisation en fond de cellule. L'intégrité à long terme du géocomposite a été validée par vidéo endoscopie en situation réelle (Fourmont *et al.*, 2008).

Pour établir que la capacité hydraulique réelle de la couche drainante (0,30 m de gravier + géocomposite) sera toujours supérieure aux besoins de l'application, il faut valider que le complexe drainant pourra évacuer le flux de lixiviats avec une charge hydraulique inférieure à 0,30 m. Afin de pouvoir réaliser cette opération, il s'avère donc essentiel de :

- connaître les besoins, c'est-à-dire le cycle de vie fonctionnel de la couche drainante ;
- connaître le comportement de cette couche drainante, notamment vis-à-vis des contraintes susceptibles de réduire sa capacité dans le temps, qui sont essentiellement le fluage et le colmatage biologique.

### Le cycle de vie fonctionnel de la couche drainante

La production de lixiviats varie durant l'exploitation du casier. Deux grandes phases sont à considérer, une première phase pendant le remplissage du casier (cette phase dure entre un et cinq ans) et une deuxième phase lorsque la couverture a été mise en place.

Dans le premier cas, la production de lixiviats est la plus importante puisque le casier est à ciel ouvert et l'infiltration de l'eau de pluie est alors conséquente.

Plusieurs paramètres influencent la quantité de lixiviats produits :

- l'épaisseur des déchets. Plus l'épaisseur est grande, plus les déchets jouent le rôle de tampon et réduisent le volume de lixiviats produits (Bellenfant, 2009) ;
- l'exploitation du casier.

Le modèle LCA (SITA, Creed, EIA, 1998) donne une idée de la production de lixiviats en fonction de l'âge du casier et de la couverture éventuelle mise en œuvre :

- déchets de 0 à 1,5 ans : 20 % de la pluviométrie ;
- déchets de 1,5 à 5 ans : 6,6 % de la pluviométrie ;
- déchets 5 à 10 ans : 6,5 % de la pluviométrie ;
- déchets de 10 ans ou plus : 0,2 % de la pluviométrie (pour les couvertures équipées de géomembrane).

Le dispositif de drainage en fond de cellule est donc principalement sollicité durant les deux premières années d'exploitation du casier. De plus, on peut constater qu'une fois l'alvéole fermée, le débit de lixiviats sera quatre à cinq fois inférieur au débit mesurable lorsque la cellule est ouverte, quand la totalité des précipitations se déverse dans les déchets. Aussi, il est raisonnable de considérer que la transmissivité du complexe « gravier + géocomposite drainant » peut être réduite par un facteur de 5 après 1,5 années, sans que cela ne nuise à la performance globale de l'alvéole.

Dans le cadre de cette étude, on se propose de réduire de 0,50 m à 0,30 m l'épaisseur de la couche granulaire, soit de 40 %, et de la remplacer par le géocomposite de drainage. Compte tenu de ce qui précède, il est donc légitime de considérer comme critère de performance minimum que le géocomposite ne doit pas se colmater pendant la période où la cellule n'est pas encore refermée, mais qu'au-delà, une perte de fonctionnalité du géocomposite n'aurait pas d'impact sur la performance globale de la cellule du fait de la réduction drastique des besoins.

La législation nationale pour les ISD préconise une couche de matériau granulaire d'épaisseur 0,50 m avec une conductivité hydraulique supérieure ou égale à  $10^{-4}$  m/s pour drainer les lixiviats en fond de cellule. La hauteur de lixiviats en fond de cellule ne doit pas dépasser 0,30 m.

De cette hauteur de 0,50 m de gravier drainant exigée, seuls les premiers 0,30 m sont essentiels puisqu'ils permettent d'y confiner la hauteur de lixiviats de 0,30 m. Les derniers 0,20 m de matériaux drainants au-dessus de la hauteur maximale admissible de lixiviats sont quant à eux une sécurité, à laquelle on prête parfois la fonction de protection mécanique de l'étanchéité contre la pénétration de très gros objets. Dans la mesure où cet aspect est lié aux méthodes d'opération du site et non pas à l'ingénierie du dispositif d'étanchéité, celui-ci ne sera pas considéré ici.

Ainsi, le fait de remplacer 0,20 m de granulats drainants par un géocomposite drainant spécifiquement dimensionné pour cette application et disposant de propriétés supérieures permettra de disposer d'un drainage suffisant et d'augmenter la capacité de stockage de la cellule, sans toutefois outrepasser les principes de collecte des lixiviats définis par la législation.

### Les contraintes susceptibles de réduire la durée de vie des systèmes drainants

Parmi les contraintes susceptibles de réduire la durée de vie des systèmes drainants, on peut citer :

- le fluage en compression des noyaux drainants soumis à une contrainte de compression ;
- les différentes sources de colmatage : biologique, minéral, etc.

Si le fluage est géré de différentes façons pour les géocomposites planaires traditionnels, il a été montré par Saunier *et al.* (2010) que les géocomposites disposant d'une âme drainante tubulaire de relativement petit diamètre ne sont pas sensibles au fluage, du fait de leur confinement par le sol dans lequel ils sont installés, la contrainte normale étant transmise directement de la couche de sol sus-jacente à la couche sous-jacente. Ainsi, il est raisonnable de considérer que le colmatage est la seule problématique susceptible de réduire la capacité drainante à long terme de ce type de produit, pour les applications de drainage de fond de casier.

Cependant, le comportement vis-à-vis du colmatage biologique n'a fait l'objet que de très peu d'études, et la plupart du temps, celles-ci restaient qualitatives, d'où l'utilisation de facteurs de sécurité très élevés, de l'ordre de 10. Cependant, une meilleure compréhension des besoins et du comportement des systèmes drainants permettra de toute évidence de définir de façon rationnelle un facteur de sécurité plus adapté.

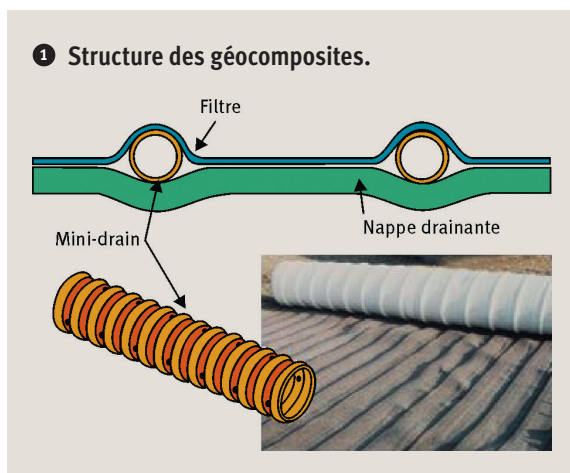
Dans cette perspective, une étude expérimentale visant la quantification de l'impact du colmatage biologique sur la performance des systèmes de drainage géosynthétiques a été mise en œuvre en partenariat entre un gestionnaire d'ISD, un fabricant de géocomposites de drainage et un laboratoire spécialisé. Le concept de cette étude est présenté dans les paragraphes suivants, ainsi que la méthode d'analyse et quelques-unes des observations réalisées à ce jour.

### Étude du colmatage biologique

Les lixiviats sont des matériaux présentant des propriétés évoluant dans le temps, notamment l'activité biologique (DBO, DBO<sub>5</sub>, etc.) et chimique (DCO, etc.)<sup>1</sup>. De plus, la température des lixiviats dans la zone critique, en fond de cellule, peut atteindre des valeurs relativement élevées, selon la nature et la hauteur des déchets enfouis notamment, ainsi que le mode d'opération de la cellule.

Par ailleurs, le problème associé au drainage des lixiviats n'est pas lié aux propriétés chimiques ou biologiques des lixiviats eux-mêmes, puisque les matériaux utilisés dans la fabrication des géosynthétiques de drainage sont réputés être suffisamment résistants, mais plutôt à la croissance de biomasse susceptible de colmater le réseau de drainage. Cette biomasse est constituée de

1. DBO : demande biochimique en oxygène ; DBO<sub>5</sub> : demande biochimique en oxygène pendant cinq jours ; DCO : demande chimique en oxygène.



1 Emplacement du bungalow.

► bactéries se nourrissant des lixiviats, et peut donc être qualifiée d'organisme vivant. Toute étude du colmatage biologique se doit donc d'être faite en considérant que le rythme de croissance de ces organismes vivants sera influencé par leur environnement immédiat, c'est-à-dire la température, la nature des « aliments » qu'ils recevront (le lixiviat), l'apport en oxygène (submergé ou non), etc. L'étude a été menée sur un site de classe 2 (déchets ménagers et déchets industriels non classés dangereux) pour lequel les lixiviats sont connus pour avoir une activité importante.

Les géocomposites évalués sont des DRAINTUBE FT qui résultent de l'association par aiguilletage des éléments suivants :

- nappe drainante géotextile nontissée aiguilletée en polypropylène ;
- filtre géotextile antibactérien nontissé aiguilleté en polypropylène ;
- mini-drains en polypropylène de diamètre extérieur 25 mm perforés selon deux axes alternés à 90°, pris en sandwich entre les deux nappes.

La figure 1 présente les géocomposites testés.

### Dispositif expérimental de l'étude

L'objectif du dispositif expérimental est de faire circuler du lixiviat frais dans des cellules d'essais, dans lesquelles

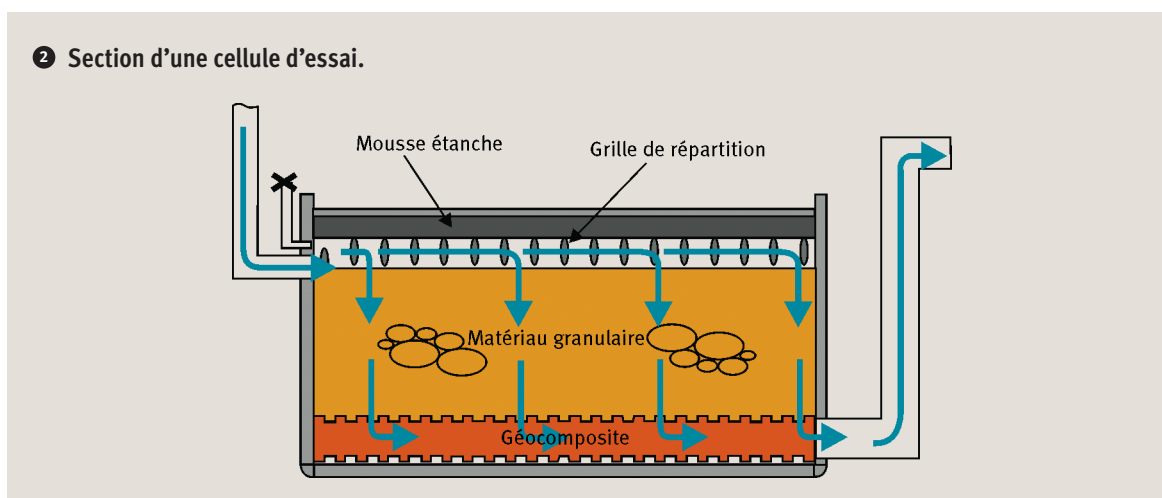
les différentes couches (géosynthétiques et traditionnelles) mises en œuvre en fond de cellule sont reproduites afin d'en observer le comportement. Compte tenu des considérations présentées ci-dessus, le dispositif est installé à proximité immédiate d'un puits de collecte des lixiviats (pour obtenir un lixiviat brut) situé au centre du site de classe 2, dans un bungalow chauffé entre 25 et 35 °C, afin de maximiser la représentativité de l'expérience vis-à-vis des critères d'âge et de température du lixiviat (photo 1). Il est alors possible de suivre au fil du temps le comportement des systèmes par le biais de mesures de débit traversant le système.

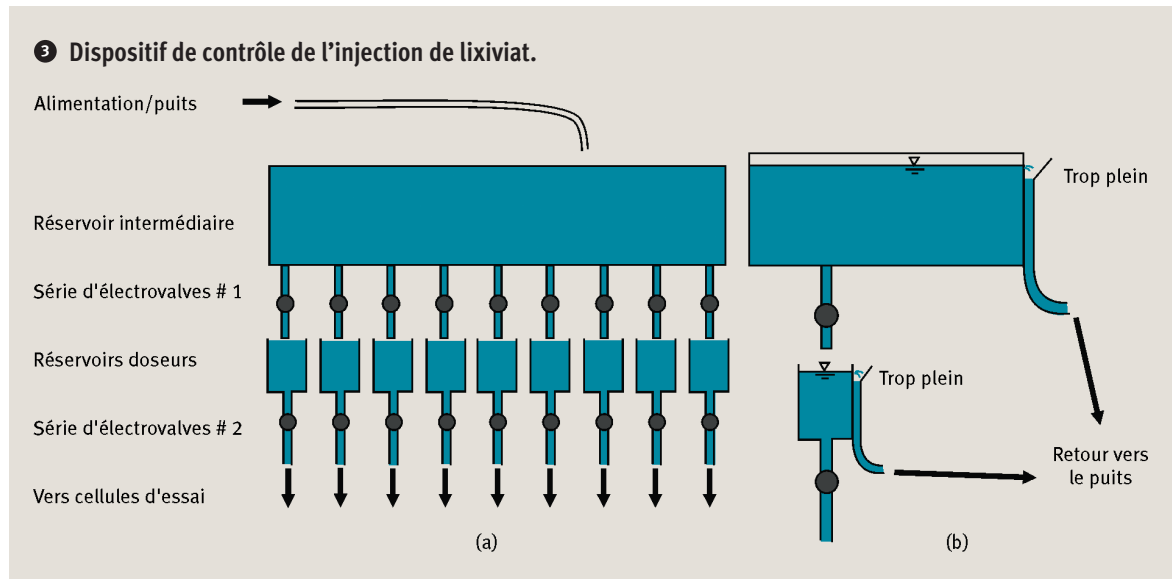
Une fois choisi l'emplacement assurant la représentativité du lixiviat, le banc d'essai a été conçu afin de forcer le passage du lixiviat au travers du filtre d'abord, puis au travers du minidrain, tel que décrit à la figure 2. Ce dispositif permet l'évaluation en une seule étape de l'ensemble du processus de collecte et d'acheminement des lixiviats vers un puits de pompage :

- passage au travers des pores du géotextile ;
- entrée dans le tube par les perforations ;
- circulation dans le tube.

Le banc d'essai est composé de 9 cellules carrées de 0,25 m de côté. Le banc a une longueur totale de 3 m et une largeur de 1 m.

On peut noter que la configuration retenue assure le maintien du système en conditions anaérobies, puisqu'il





n'y a aucune aération de l'intérieur de la cellule. Ce choix a été fait en considérant que l'immense majorité du système de drainage est localisé à une distance suffisamment grande d'un apport d'oxygène pour que l'on puisse considérer ce dernier comme étant nul.

#### Alimentation en lixiviats

Un dispositif de dosage permet de contrôler aussi simplement que possible la quantité de lixiviat traversant les cellules tout au long de l'essai. Celui-ci, décrit à la figure 3, consiste essentiellement en l'activation d'une pompe à intervalles de temps donnés, venant remplir jusqu'à débordement des bacs intermédiaires, dits « réservoirs doseurs », reliés par l'intermédiaire d'une valve aux cellules d'essai. Une fois ces bacs remplis et la pompe principale arrêtée, ces valves secondaires sont ouvertes, permettant alors l'injection par gravité d'un volume contrôlé de lixiviat dans les cellules. Ce dispositif permet de contrôler l'apport constant en lixiviat, alternant les périodes statiques aux périodes d'écoulement, maximisant ainsi le potentiel de croissance de la biomasse dans des conditions aussi représentatives que possible des conditions d'opération.

#### Suivi du comportement des systèmes

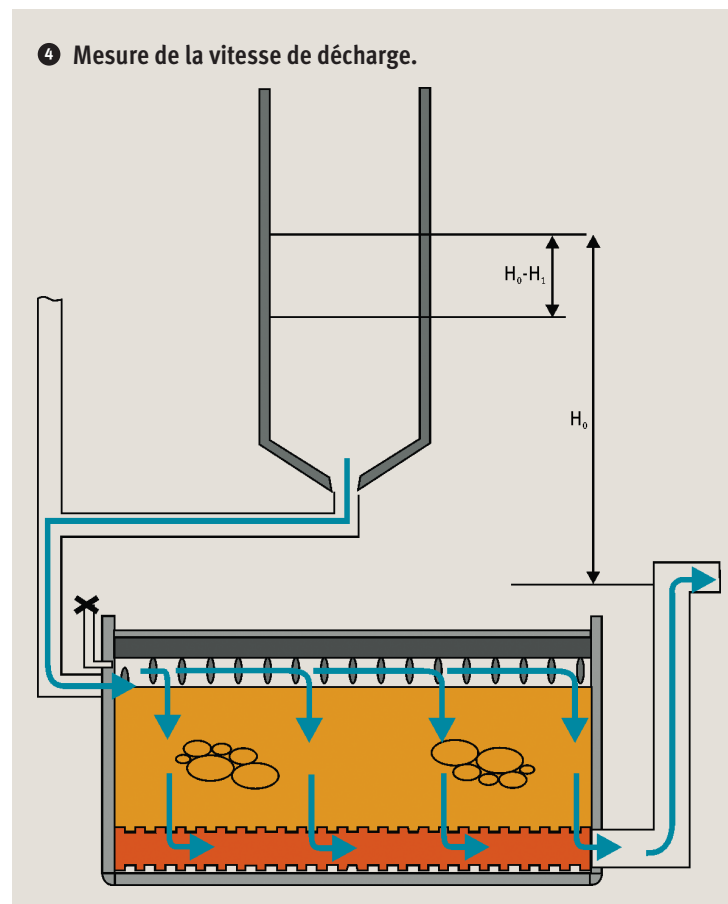
Tout au long de l'expérimentation, le fait que le lixiviat passe adéquatement au travers du filtre d'abord, et de l'âme drainante ensuite est validé par le biais de mesures de vitesse de décharge. Cette mesure permet de définir un rapport entre la vitesse apparente d'écoulement au travers de l'ensemble du dispositif et la perte de charge totale au travers d'un essai à charge variable. Si elle ne peut être considérée comme une propriété intrinsèque du géocomposite, cette mesure permet d'observer globalement le système, puisque le colmatage de n'importe lequel des composants mènerait à une diminution de la vitesse de décharge. Par la suite, une fois le colmatage observé qualitativement, une observation visuelle, au démontage du système, permettra de déterminer la zone problématique, le cas échéant.

La figure 4 présente le montage permettant de procéder à la mesure de la vitesse de décharge. Le tube ouvert installé en amont de la cellule est rempli jusqu'au niveau «  $H_0$  », et on mesure ensuite le temps requis pour que

le niveau s'écoule d'une hauteur «  $H_0 - H_1$  ». Ainsi, plus le système se colmate, plus le temps requis pour que le niveau passe de  $H_0$  à  $H_1$  augmente.

#### Plan expérimental

Trois configurations de couches drainantes ont été reproduites trois fois chacune, pour un total de neuf cellules d'essai. Deux de ces trois configurations comprenaient des géocomposites, constitués de deux types de géotextile anti colmatant : un 240 g/m<sup>2</sup> et un 160 g/m<sup>2</sup>, disposant des propriétés identifiées au tableau 1.





2 Gravier drainant utilisé en référence  
(dimensions de la cellule : 250 mm x 250 mm).

- ▶ La troisième configuration ne comprenait que le gravier drainant 20/40 concassé, à titre de référence, lequel est présenté sur la photo 2.

Le nombre de réplicats a été fixé à trois afin d'exclure les mesures jugées anormales sans mettre en danger l'ensemble du processus. Par mesures anormales, on entend les mesures issues du colmatage d'un tuyau d'arrivée de lixiviat dans la cellule, ou toute autre anomalie liée à la nature du phénomène étudié.

Les photos 3a et 3b montrent une vue d'ensemble des dispositifs installés.

### Résultats partiels

La figure 5 présente l'indice de colmatage entre trois et six mois d'essai. Cette valeur est calculée en normalisant la vitesse de décharge à un temps « t » par rapport à la vitesse de décharge mesurée immédiatement après l'installation de chaque système :

$$\text{indice de colmatage} = \frac{\text{Vitesse de décharge initiale}}{\text{Vitesse de décharge à un temps 't'}}$$

Ainsi, si un des composants du système se colmate, la vitesse de décharge diminuera, et l'indice de colmatage augmentera.

Cette propriété permet de comparer des matériaux de propriétés différentes et de mettre en valeur l'évolution des systèmes. Ainsi, après plus de six mois de percolation de lixiviat au travers des systèmes, il a été possible de constater que la vitesse de décharge n'avait pas changé de façon significative pour aucun des dispositifs évalués.

### Conclusions

Les principaux éléments identifiés dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- les besoins de résistance au colmatage biologique des systèmes de drainage doivent être mis en perspective avec la période pendant laquelle la cellule



© E. Blond

(a)



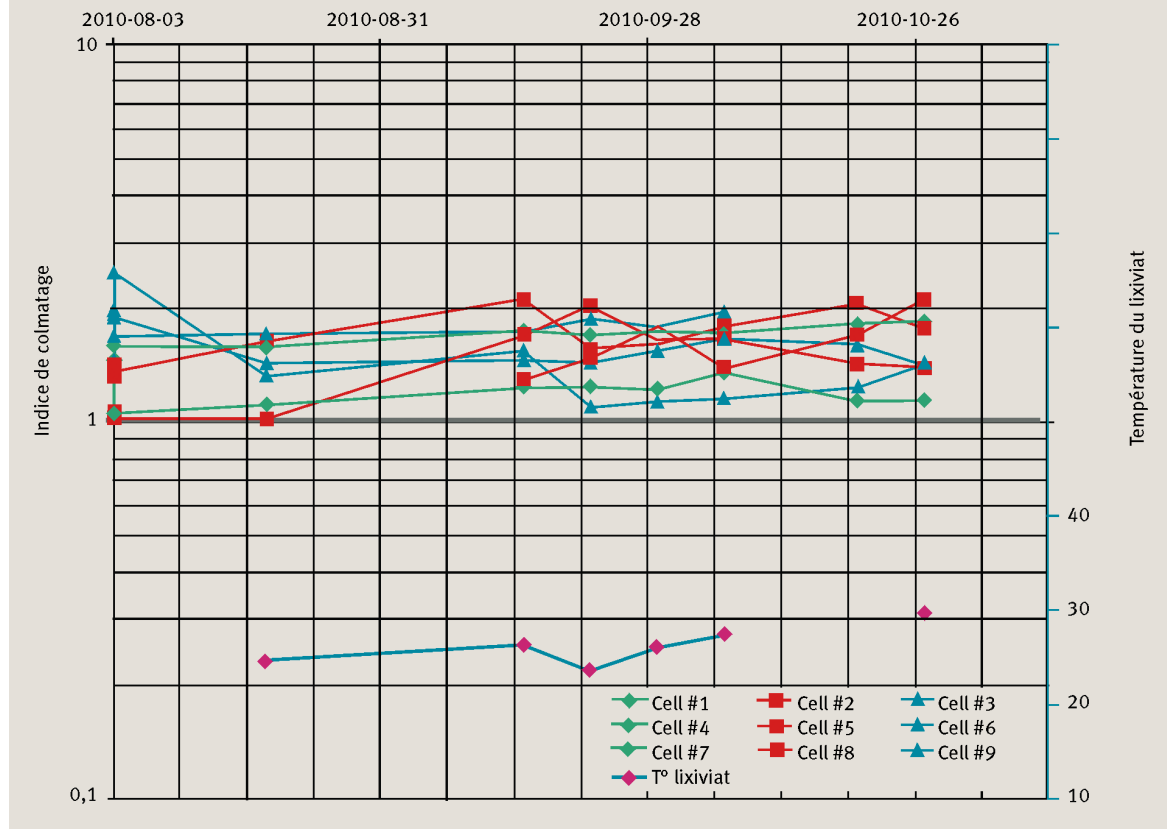
3 Vue d'ensemble  
de l'appareillage.

(b)

### 1 Propriété des géocomposites testés.

	Norme	Type « A »	Type « B »
Cellules d'essai correspondantes		1, 4, 7	3, 6, 9
Masse surfacique nominale du filtre (g/m <sup>2</sup> )	NF EN 9864	160	240
Masse surfacique nominale de la nappe anti-poinçonnante (g/m <sup>2</sup> )	NF EN 9864	800	800
Capacité de débit dans le plan (m <sup>2</sup> /s)	NF EN ISO 12958	5,7 × 10 <sup>-4</sup> sous 400 kPa et i = 0,1	5,7 × 10 <sup>-4</sup> sous 400 kPa et i = 0,1

### 5 Résultats partiels.



de confinement n'est pas recouverte, ce qui rend caduque l'estimation d'une performance des géosynthétiques vis-à-vis du colmatage biologique dans de nombreux cas. En effet, il a été identifié, dans la littérature existante, qu'une fois la cellule fermée, la quantité de liquides à drainer chute de près d'un ordre de grandeur. Dans ce contexte, quand bien même l'efficacité du drainage géosynthétique serait totalement perdue une fois la cellule fermée, cela ne porterait pas préjudice au fonctionnement global de la cellule dans la mesure où le drainage géosynthétique reste recouvert d'une couche granulaire de 0,30 m, laquelle

pourra continuer de procurer une capacité de drainage suffisante ;

- de nombreux facteurs sont susceptibles d'influencer la représentativité d'une étude de la résistance au colmatage biologique, lesquels sont identifiés dans le texte. Parmi ceux-ci, on peut citer la température et l'âge du lixiviat ;
- après plus de six mois d'exposition à la circulation de lixiviat dans des conditions les plus représentatives possibles, le comportement des trois systèmes étudiés ne montrait aucun signe de colmatage biologique significatif. Les résultats partiels sur plusieurs mois sont présentés sur la figure 5. ■

#### Les auteurs

##### Éric BLOND

Sageos, 3000 Boule, St-Hyacinthe,  
Québec, Canada J2S 1H9

✉ [eblond@gcttg.com](mailto:eblond@gcttg.com)

##### Stéphane FOURMONT

Afitex, 13-15 Rue Louis Blériot, 28300 Champhol

✉ [stephane.fourmont@afitex.com](mailto:stephane.fourmont@afitex.com)

##### Carole BLOQUET

Sita, Tour CB 21, 16 Place de l'Iris,  
92040 La Défense Cedex

✉ [carole.bloquet@sitaf.com](mailto:carole.bloquet@sitaf.com)

#### QUELQUES RÉFÉRENCES CLÉS...

- ✉ BELLENFANT, G., 2009, *Modélisation de la production de lixiviat en centre de stockage de déchets ménagers*, Thèse de doctorat présentée à l'INPL, 178 p.
- ✉ FOURMONT, S., BLOQUET, C., HADDANI, Y., 2008, Partial replacement of the granular layer at the bottom of a landfill : short and long term monitoring of drainage geosynthetics, *EuroGeo 4*, Royaume-Uni, 6 p.
- ✉ SAUNIER, P., RAGEN, W., BLOND, E., 2010, Assesment of the resistance of DRAINTUBE drainage geocomposites to high compressive loads, *9 ICG*, Brésil, 4 p.
- ✉ NF EN 9864, 2005, Géosynthétiques – Méthode d'essai pour la détermination de la masse surfacique des géotextiles et produits apparentés.
- ✉ NF EN ISO 12958, 2010, Géotextiles et produits apparentés – Détermination de la capacité de débit dans leur plan.

► Consulter l'ensemble des références sur le site de la revue [www.set-revue.fr](http://www.set-revue.fr)