

Caractéristique significative des géocomposites de drainage : la transmissivité

Stéphane Lambert, Véronique Meydiot

Le drainage des sols suppose d'une part de transporter l'eau et d'autre part de maintenir le sol en place. Aussi, les systèmes de drainage par géosynthétiques doivent associer les fonctions drain et filtre. Ces deux fonctions peuvent être remplies par divers types de matériaux géosynthétiques : généralement une âme drainante est associée à un ou deux filtres géotextiles.

Les géocomposites de drainage peuvent être classés en plusieurs familles selon la nature de leur âme drainante : plaque thermoformée, grille extrudée, monofilament enchevêtré, fibres et filaments, âme drainante polycomposant. Tous ces produits ne conduisent pas l'eau de la même façon mais leur caractéristique principale est la transmissivité, c'est la caractéristique significative du comportement drainant des géosynthétiques. Celle-ci fait l'objet de nombreuses études, mais la transmissivité globale, c'est-à-dire la transmissivité "du système drainant sur site", est encore peu abordée.

La transmissivité

La transmissivité est fortement liée à la notion de vide ou plus précisément des vides. En ef-

fet, le drainage suppose l'existence d'espaces libres. Par conséquent la réduction de ceux-ci entraîne une baisse de la transmissivité. Cependant, les causes de variation de cette caractéristique hydraulique doivent être différenciées. Elles sont liées soit au produit lui-même, soit à l'application et à la mise en œuvre, soit au mode opératoire de l'essai.

Ainsi, pour qu'il y ait transmissivité il faut que :

– **l'indice des vides soit important.** Dans ce cas, les facteurs limitants sont la compression, la traction, le fluage à long terme et la nature du sol en contact

– **les vides soient connectés.** Dans ce cas, les facteurs limitants sont le colmatage par le sol si la filtration est déficiente, l'obstruction par le géotextile (pour certains géocomposites) et la discontinuité aux raccordements

– **les vides soient organisés.** Dans ce cas, les facteurs limitants sont les pertes de charge qui dépendent de la vitesse et du type d'écoulement (laminaire, turbulent) dans la partie solide, donc de la "tortuosité" des conduits

La transmissivité globale est la prise en considération de tous les facteurs qui peuvent réduire la transmissivité du système.

Stéphane Lambert
Cemagref
URE Ouvrages
pour le drainage
et l'étanchéité
BP 44
92163 Antony
cedex

Véronique Meydiot
Wavin S.A.
Route d'Orléans
45600 Sully sur
Loire

De l'essai à la réalité

La transmissivité est mesurée en laboratoire sur partie courante du produit et conformément à une norme qui précise gradients, contraintes et surfaces de contact (mousse, plaque ou fluide sous pression).

Or, sur site, le produit peut être soumis à des conditions de contrainte et de gradient différentes de l'essai. De plus, le produit posé n'est pas identique en tout point à la partie courante testée en laboratoire, notamment aux raccords.

■ *Facteurs liés à la variation de la transmissivité : quelques exemples*

Hétérogénéité des résultats

La norme NF G 38 018, selon laquelle l'essai de transmissivité est réalisé, précise que trois éprouvettes sont nécessaires à la détermination de cette caractéristique hydraulique, dans les sens production, travers et éventuellement quelconque.

Le résultat annoncé sur le rapport d'essais, et pour un sens donné, est la moyenne des valeurs obtenues sur les trois éprouvettes quel que soit l'écart type. Or sur certains rapports d'essais figurent parfois des valeurs variant de plus de 20 %. Il apparaît donc que la valeur annoncée n'est pas représentative des résultats obtenus puisqu'elle ne tient pas compte de leur dispersion. En fait, la norme n'étant pas adaptée à tous les produits drainants, il conviendrait de garder uniquement la plus faible valeur.

Sens production / sens travers

Il est fréquent que la transmissivité varie selon le sens, dans des proportions plus ou moins grandes. Ceci est d'autant plus flagrant pour certaines familles de géospaceurs dont les produits sont directionnels.

Il est donc important, pour obtenir la transmissivité annoncée, de respecter le sens de mise en œuvre.

Traction de l'âme drainante

La traction réduit nécessairement l'épaisseur des produits soumis à cette contrainte et modifie l'organisation des vides, affecte donc la capacité drainante et tend à orienter l'écoulement.

En effet, si la traction se produit dans le sens perpendiculaire à l'écoulement, la déformation de l'âme drainante réduit le flux.

La nature du sol en contact et du géotextile filtre

En présence d'un sol mou, simulé par la mousse dans l'essai de transmissivité, et sous l'effet de contraintes de compression, le géotextile filtre tend à obstruer les conduits ou vides du géocomposite, en particulier pour des âmes drainantes dont l'épaisseur n'est pas continue (picots, conduits...). D'autre part les géotextiles ayant une déformabilité importante ont tendance à obstruer les vides. De ce point de vue les géotextiles thermoliés ont un meilleur comportement que les géotextiles non-tissés aiguilletés.

Il est donc important de remarquer que la surface de contact, lors de l'essai de transmissivité, doit être appropriée à l'application ultérieure du produit et reproduire les conditions les plus défavorables de cette application.

De plus, pour une même âme drainante, un changement de géotextile ou du mode d'assemblage âme / géotextile équivaut à un changement de produit. C'est pourquoi les produits obtenus en assemblage chantier sont totalement différents du produit fini prêt à l'emploi.

Discontinuité aux raccords

La discontinuité aux raccords est un facteur important puisqu'il concerne aussi bien le produit lui-même que la mise en œuvre. En effet selon la configuration de l'âme, il est parfois difficile d'assurer la continuité de la partie drainante sur chantier.

Les mesures de transmissivité s'effectuent en partie courante du produit. Cependant on peut considérer qu'aux raccords le produit est "différent" puisque selon le géocomposite, il peut y avoir recouvrement du géotextile, recouvrement ou collage de la partie drainante ou simple juxtaposition des lés... On peut donc s'attendre à une variation de la transmissivité entre partie courante et raccord, l'influence du raccordement sur la transmissivité devant normalement dépendre du géocomposite et du mode de raccordement. Pour vérifier cette hypothèse, des essais ont été réalisés sur plusieurs types de produits.

Campagne d'essais

■ Principe

Le principe de cette campagne d'essais est de mettre en évidence l'influence des recouvrements sur la caractéristique significative du comportement drainant des géocomposites : la transmissivité.

Les nappes de géocomposites de drainage sont généralement disposées dans le sens de la pente, perpendiculairement aux drains collecteurs.

Ainsi, les raccordements des lés parallèles créent une hétérogénéité de la transmissivité sur des lignes parallèles au sens de l'écoulement.

En revanche, les recouvrements en bout de rouleaux engendrent des lignes de discontinuités perpendiculaires à l'écoulement (figure 1).

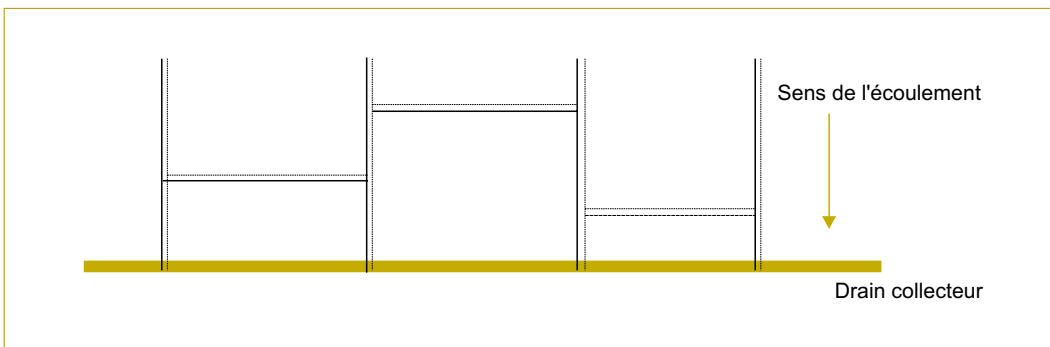
- une plaque thermoformée en PEHD recouverte sur deux faces d'un géotextile thermolié en PP,
- un monofilament enchevêtré en PEHD recouvert sur deux faces d'un géotextile thermolié en PP,
- âme drainante polycomposant constituée de minidrains PVC et de deux géotextiles non-tissés aiguilletés en PP.

■ Echantillonnage

Une seule éprouvette par produit et par sens est utilisée pour cette campagne d'essais.

Les éprouvettes pour les essais concernant les recouvrements ont été prélevées selon la figure 2.

Les recouvrements pour ces essais de



◀ Figure 1. – Ligne d'hétérogénéité de l'écoulement

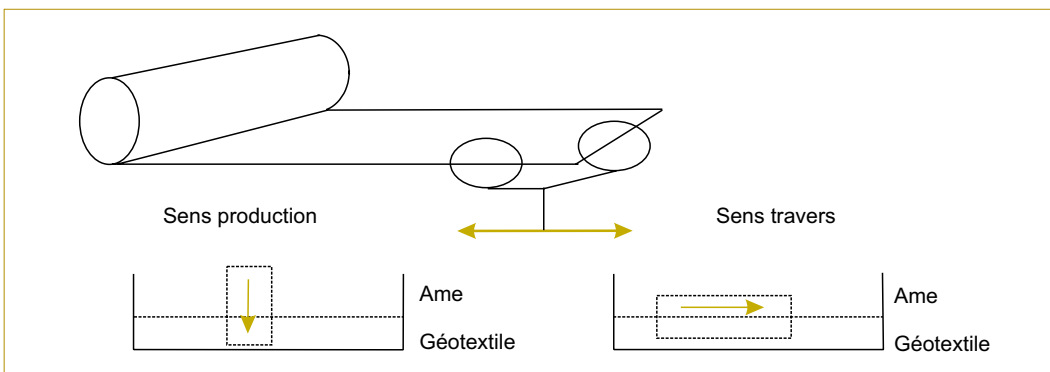
La campagne d'essais concerne, dans son mode opératoire (échantillonnage), les recouvrements de lés parallèles et en bout de rouleaux.

Les produits testés sont :

- une grille extrudée en PEHD recouverte sur deux faces d'un géotextile thermolié en PP,

transmissivité ont été effectués selon les prescriptions des producteurs :

- bord à bord pour l'âme du monofilament et avec recouvrement du géotextile,
- par effet de tuile pour l'âme de la plaque thermoformée et avec recouvrement du géotextile,



◀ Figure 2. – Echantillonnage pour la campagne d'essais

– bord à bord pour l’âme de la grille extrudée et avec recouvrement du géotextile, (les deux parties des lés ont été prélevées au hasard, sans faire coïncider les mailles)

– bord à bord pour les géotextiles de l’âme drainante polycomposant et mini drains côte à côte sur une certaine longueur.

Les essais ont été réalisés dans des conditions optimales de raccordement : le contact des deux lés est parfait, contrairement à ce qui peut arriver sur site.

■ **Conditions d’essais**

Ces essais sont réalisés sur la base de la norme NF G 38 018 sur partie courante et raccord en sens production et sens travers pour un seul gradient et une seule contrainte.

Le raccord est centré dans la cellule entre deux plaques de mousse.

Le gradient hydraulique choisi arbitrairement est $i = 0,2$.

La cellule de transmissivité est telle que, conformément à la norme NF G 38 018, les prises de pression sont distantes de 30 cm.

La contrainte retenue est de 100 kPa ce qui, a priori, met en évidence la discontinuité aux raccords de façon plus significative que les faibles contraintes.

■ **Résultats**

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 1 en référence à la transmissivité en sens production exprimée en base 100.

En complément de ces essais, un essai simulant un raccordement défectueux a été réalisé. La continuité physique des âmes drainantes n’est plus assurée : les âmes sont distantes de 7 mm. Il apparaît que la transmissivité a chuté de 70 % par rapport à la valeur obtenue pour un raccordement parfait.

■ **Interprétation**

On constate que l’influence d’un raccordement sur un écoulement perpendiculaire à celui-ci est la même en extrémité de rouleau qu’en bord de rouleau. En effet, pour les colonnes C et A, les valeurs des rapports T_2 / T_1 et P_3 / P_1 sont très proches (respectivement 1.58 et 1.55 pour la ligne C et 1.2 et 1.28 pour la ligne A).

Ainsi, on détermine l’influence d’un raccordement pour tous les produits, pour un écoulement perpendiculaire à celui-ci (figure 3) :

A	B	C	D
1.3	0.6	1.6	0.5

Rapport $\frac{\text{raccord}}{\text{partie courante}}$ (valeurs arrondies)

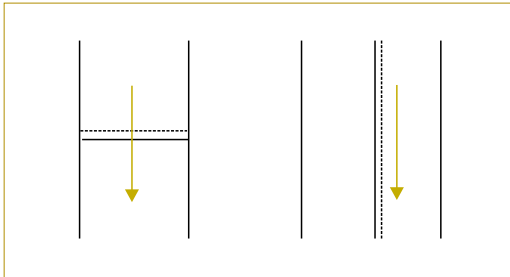
De même pour un écoulement parallèle au raccordement (figure 3) P_2 / P_1 :

A	B	C	D
1.2	0.6	1.5	

Rapport $\frac{\text{raccord}}{\text{partie courante}}$ (valeurs arrondies)

Tableau 1. – Résultats des essais réalisés sur partie courante et raccord en “sens production” pour un seul gradient et une seule contrainte. ►

		Partie courante		Raccordement			
		P1	T1	P2	T2	P3	T3
A	Plaque thermoformée	100	81	120	97	128	x
B	Monofilament enchevêtré	100	87	57	48	x	x
C	Grille extrudée	100	60	150	95	155	x
D	Âme polycomposant	100	x	x	x	55	x



▲ Figure 3. – A gauche, écoulement perpendiculaire au raccordement. A droite, écoulement parallèle au raccordement.

Ces tableaux montrent, pour un même produit, des comportements semblables pour les deux sens ; en revanche les comportements sont différents selon la nature des produits, pour un mode opératoire identique.

On constate :

- une augmentation de la transmissivité pour les produits A et C.

Cette augmentation est très certainement due à la sur-épaisseur de géotextile au niveau du raccordement. En effet, celle-ci a limité la diminution du volume des vides dans le géocomposite due à la compression par la mousse. Ainsi, la transmissivité s'en trouve localement augmentée, compensant même l'influence de la discontinuité des âmes.

- une diminution de la transmissivité pour les produits B et D.

Pour ces deux produits cette baisse est imputable à la discontinuité de l'âme drainante. Le phénomène précédemment décrit au niveau du recouvrement par le géotextile n'a pas de raison de se produire du fait de la structure des âmes.

- une forte diminution de la transmissivité lorsque les âmes sont espacées. Ce phénomène est probablement dû au fluage du géotextile entre les âmes écartées, créant un obstacle au passage de l'eau.

Conclusion

Cette étude vise à quantifier en laboratoire des phénomènes existant sur site. Le mode opératoire des essais tente donc de simuler le mieux possible des conditions de sites défavorables concernant la surface de contact (mousse), la contrainte.

Les essais ont été effectués dans des conditions idéales de raccordement, ce qui n'est pas nécessairement le cas sur site.

Ceux-ci ont montré que les produits dont l'âme est semi-rigide et présente un relief ont une meilleure transmissivité au niveau du raccordement qu'en partie courante contrairement aux autres produits présentés dans cette étude.

De plus, puisqu'il y a perte importante de la transmissivité dès qu'apparaît une discontinuité physique de l'âme, on ne peut que recommander un chevauchement suffisant des âmes drainantes. ■

Résumé

Le drainage est l'élimination de l'excès d'eau contenu dans les sols.

Par conséquent il favorise la diminution et la maîtrise des pressions interstitielles, le contrôle des écoulements intermittents, la consolidation des sols...

Les géocomposites sont couramment utilisés pour l'application drainage. Comme tous géosynthétiques leurs caractéristiques hydrauliques et mécaniques sont mesurées en laboratoires. Mais sur site, peut-on s'attendre à retrouver ces valeurs ?

Abstract

Drainage is the elimination of excess water contained in soil.

Accordingly, it favors the decrease and control of interstitial pressure, the control of intermittent output and the consolidation of soils.

Geocomposites are widely used for drainage applications. Like all geosynthetic materials, their hydraulic and mechanical properties are measured in the laboratory. However, can these values be obtained on site?