



LE GEOTEXTILE DANS LE DRAINAGE ROUTIER

Bahoussa
Chef du CERET Oriental

L'élimination de l'eau dans la chaussée et ses dépendances, constitue le souci de tout concepteur ou gestionnaire de la route. Les problèmes engendrés par l'existence de l'eau dans les différents partis de la route qu'il soit le sol de plate forme, corps de chaussée, talus, accotement etc, entraîne d'une part, des désordres considérables de la structure qui met en jeu le confort des usagers de la route et d'autre part des dépenses lourdes apportées aux collectivités. Les procédés utilisés actuellement au Maroc pour l'évacuation d'eau interne dans la chaussée présentent une certaine insuffisance caractérisé par :

- La non maîtrise des lois régissant le comportement de l'eau dans le sol.
- Le mauvais fonctionnement des filtres ou drains granulaires utilisés.
- La non maîtrise du colmatage de ces derniers.
- Le manque de matériau alternatif.

La présente communication traite du comportement de l'eau dans le sol, le processus conduisant à la formation du colmatage au niveau de la surface d'infiltration d'une tranchée drainante accumulée à un drain en arrête poisson et la performance des Géotextiles en tant que filtre ou couverture d'un drain pouvant être utilisé comme nouveau matériau du drainage routier .

LE COLMATAGE DANS UNE TRANCHEE DRAINANTE

Les processus conduisant à la formation du colmatage dans un sol d'une façon générale (Sol de plate forme, drain ou tranchée drainante) quand il est en contact avec une eau chargé différente d'une eau claire, sont d'origine physique, chimique et biologique.

Même si les phénomènes physiques et les réactions chimiques peuvent altérer la dimension des pores du sol et produire une diminution du taux d'infiltration, le colmatage paraît être principalement attribuable à l'accumulation des matières solides en suspension.

Les facteurs physiques pouvant conduire en colmatage de sol, dans certains cas sont les suivants :

- La compaction des sols par les charges lourdes.
- La scarification des surfaces du sol par le matériel d'excavation.
- Le changement dans la distribution des par;ticules incluant la migration des fines particules par la vibration lors de la préparation des sols de plate forme.
- Le lavage des particules fines originellement perchées sur les particules grossières.

Toutes ces pratiques sont courantes, lors de la construction des drains ou des tapis drainant ou tranchée drainante, et conduisent à des dommages physiques à la capacité d'absorption.

Les facteurs chimiques pouvant conduire au colmatage des sols et à la diminution de la capacité d'absorption sont dûs à la présence de certaines substances tel que:

- L'ion sodium responsable de la destruction initiale de la structure du sol qui entraîne la dispersion des agrégats;
- L'orthophosphate en présence des ions de fer, d'aluminium et du calcium qui forme un précipité qui s'instaure sur les surfaces des particules du sol ou qui est piégé à l'intérieur des interstices fines entraînant en fin une diminution de volume des pores, d'où la réduction de la perméabilité .
- L'oxyde de fer qui enrobe la surface des particules conduisant à une agglomération des agrégats et une diminution des volumes des pores .

Les facteurs biologiques surviennent quant radiation ou la forte charge en matière organique au niveau d'une surface d'infiltration stimule la croissance des micro-organisation additionnelle à ceux du sol .

ECOULEMENT DES EAUX DANS UNE TRANCHEE FILTRANTE

La figure 1 illustre le fonctionnement hydraulique d'une tranchée drainante qui repose principalement sur la connaissance des lois et des paramètres des écoulements conduisant à juger respectivement de la faisabilité des projets, à éviter les principales erreurs des dimensionnement et éventuellement à déterminer les causes du mauvais fonctionnement.

S'appuyant sur les travaux de certains Chercheurs Américains et Canadiens, le schéma en question monte que sous une tranchée filtrante, il existe trois domaines d'écoulement:

- un écoulement saturé dans la tranche colmatée;
- un écoulement non saturé dans le sol récepteur;
- Un écoulement saturé dans la nappe réceptrice.

1 - ECOULEMENT SATURE

L'expérience bien connue du perméamètre de Darcy consisté à faire écouler un débit q constant au travers d'une carotte de sol de longueur L et de section S . Si K est le coefficient de perméabilité, on a :

$$Q = K S i \quad \text{Avec } i = H/L \text{ gradient hydraulique}$$

2 - ECOULEMENT NON SATURE

L'écoulement sous une tranchée filtrante, déjà colmatée au moment de sa remise en eau après une période de repos, peut se schématiser dans la figure 2a; 11 montre un front d'humidification avec la forme d'un bulbe. Les teneurs en eau du sol son plus faibles à l'extérieur du bulbe qu'à l'intérieur (les tensions sont donc plus grandes à l'extérieur).

A l'intérieur du bulbe, la teneur en eau est la même partout, de même que la tension. Soit T la valeur de cette tension, la conductivité hydraulique à l'intérieur du bulbe est donc $K(T)$. Dans le cas d'un écoulement sur une horizontale entre deux points M et N , M étant situé à la limite du bulbe, les tensions en N et M sont: $T_N > T_M = T$.

Cette relation signifie que la force de succion en N est supérieure à ce qu'elle est en M . Entre M et N , il existe donc un potentiel capillaire tel qu'un flux s'établi de M vers N . Entre deux points A et B sur une verticale, à l'intérieur du bulbe et d'après ce qui précède, $T_A = T_B = T$.

Le potentiel capillaire entre A et B est donc nul. L'écoulement de A vers B est uniquement gravitaire et le gradient de la charge hydraulique est égal à H/L . En effet, comme dans le cas du pré-méamètre de Darcy, mais cette fois-ci avec une conductivité hydraulique égale à $K(T)$, la relation débit-charge-s'écrit:

$$\begin{aligned} &\text{- Si } L \text{ est la distance séparant } A \text{ et } B, \text{ on a :} \\ &\quad q = K(T) H_A - H_B \end{aligned}$$

3 - ECOULEMENT AVEC COLMATAGE

Après la phase transitoire de mise en eau, il s'établit sous la tranchée filtrante un régime permanent de l'écoulement qui est représenté sur la figure 2b et qui correspond aux conditions permanentes dans lesquelles l'épandage souterrain doit fonctionner.

En pratique, pour simplifier, on néglige la dispersion latérale due aux effets capillaires et l'on admet que sous la tranche colmatée l'écoulement est unidimensionnel et vertical. A l'intérieur du bulbe, qui a atteint la nappe et dont les limites sont fixées, la teneur en eau et la tension étant les mêmes partout, on montrera qu'il n'y a pas de succion d'un point à un autre du bulbe, mais succion par rapport à la tranche colmatée. Il faut donc exprimer l'écoulement, d'une part, au travers le bulbe, et, d'autre part, au travers la tranche colmatée.

LES GEOTEXTILES MATERIAUX ALTERNATIFS

1 - INTRODUCTION

Le mauvais fonctionnement et les Inconvénients de tous les filtres ou drains granulaires utilisés jusqu'à présent sont, d'une part, leur surface spécifique réduite, et, d'autre part, leur tendance au colmatage, réduisent rapidement leur efficacité et leur durabilité . Les géotextiles peuvent ainsi répondre à toutes ces limitations du fait de leur grande porométrie, de la grande surface spécifique des fibres et de la structure fibreuse à base de polymère .

2 - DEFINITION DU GEOTEXTILE

Un Géotextile est défini, en terme général, comme un textile qui est utilisé dans un ouvrage de géotechnique (Rollin et Al., 1983). Depuis les années 70, les Géotextiles sont utilisés dans les travaux routiers, maritimes et ferroviaires, les barrages et les digues, les réservoirs de retenu, le drainage des sols, les aires de stockage et d'activité sportives et bien d'autres applications (Rollin et Al., 1983)

3 - LA CLASSIFICATION

Les Géotextiles sont des nappes bi-dimensionnelles constituées de fibres synthétiques. Des polymères courants sont utilisés pour leur fabrication: polypropylène, polyester, polyamide, etc. Outre les constituants, les géotextiles se distinguent par le mode d'assemblage des filaments.

Les Géotextiles pouvant être utilisés aussi dans le drainage routier se distinguent par leurs éléments constitutants, la fibre, la dimension de la fibre, leur structure tissée, non tissée, tricotée ou composite, leur épaisseur et par leur homogénéité, nappe monocouche ou multicouche; la dimension des fibres est variable (Buisson et Rollin, 1989).

La classification suivante peut être adoptée (Rinkilior, 1981) :

- Les textiles tissés: le tissage consiste à entrelacer perpendiculairement des fils ou groupes de fils en boudelettes;
- Les textiles tricotés: ce mode de fabrication est peu utilisé pour les Géotextiles qui deviennent déformables . Par contre, dans le domaine de l'épuration, ils peuvent occuper une place privilégiée surtout dans les sites d'enfouissement (Koerner et Koerner, 1988);
- Les textiles non tissés: ils se distinguent par leur mode de fabrication, d'une part, la voie fondue (Thermoliée), et, d'autre part, le mode de liage des filaments entre eux (aiguilleté);
- Les composites : ils constituent un groupe associant plusieurs types de textiles et fréquemment des grilles.

4 - LES FONCTIONS DES GEOTEXTILES:

La contribution de ces nappes Géotextiles peut consister à augmenter l'espérance de vie des filtres granulaires, à assurer une perméabilité convenable des éléments assurant les fonctions de filtres ou drains, à se considérer comme support des micro-organismes et finalement à remédier aux limitations de certaines fonctions des sols .

Les Géotextiles peuvent remplir les fonctions suivantes:

- La séparation des milieux granulaires. Ces Géotextiles assurent le rôle de l'anticontamination des Différentes Couches du sol concernées et empêchent, en quelques sorte, l'érosion interne.

• La répartition et diffusion des flux polluants dans des sites d'enfouissement entraînant la maîtrise des débits et la modification de la perméabilité et la succion dans le sol (Koerner et Koerner, 1988);

• Le drainage qui consiste à récupérer à évacuer les eaux dans des structures telles que les sols de plateforme, les talus, le corps de chaussée etc...

• La biotransformation qui consiste à utiliser les Géotextiles comme support de cultures fixées (Buisson et Rollin, 1989; Cullimore, 1988; Valentis et Lesavre, 1989);

• La rétention des matières en suspension et protection des drains (Rollin et Al., 1987 et Miynarek et Al., 1990).

Le Géotextile apparaît comme un meilleur matériau de fixation de la flore microbienne et de la rétention des solides en suspension (Cullimore, 1988 et Reilh, 1989) offrant ainsi de nombreux avantages telles que la surface spécifique élevée et facilité de mise en oeuvre.

Afin d'illustrer l'intérêt de l'utilisation des Géotextiles en milieu liquide où à l'interface sol-liquide, un procédé tend à améliorer le fonctionnement d'un système extensif avec le même produit apparaissant comme un perfectionnement de la fonction de piégeage des matières en suspension.

Finalement, il est important de reconnaître les sollicitations hydrauliques auxquelles un système sera soumis afin d'éviter le colmatage et aussi connaître les processus amenant à l'attachement des biofilms à la structure fibreuse.

5 - MODIFICATION DE LA STRUCTURE DES GEOTEXTILES PAR FORMATION DE BIOFILM

a - Le Biofilm Minéral Interne

D'après Rollin (1983); Rollin et Lombard (1988) et Mlynarek et Al. (1990) le biofilm minéral interne d'un Géotextiles peut être grossier ou fin. Pour ce qui est du fin, le Géotextile capte des particules de dimensions inférieures à

celles des pores de la surface. Suivant la vitesse de fluide, la progression des particules subit de nombreux changements de Direction dans les canaux de section verticale, ce qui entraîne l'arrêt par dépôt des particules solides véhiculées avec fluide.

Comme premier résultat, un dépôt se forme autour des fibres sous forme d'une pellicule épaisse de quelques dizaines de microns (gainage). Dans un second temps, des arcs constitués des éléments fins apparaissent entre les fibres. Quand un chevêtrement très serré des fibres se présente, les ponts se multiplient et les particules fines envahissent progressivement tout l'espace interfibres avec formation d'amas de particules. La structure fermée de Géotextile favorise également ce processus. Au stade avancé du biofilm interne, les amas se connectent par des ponts et la Morphologie du Biofilm prend alors l'allure alvéolaire.

En ce qui concerne le biofilm grossier, il provient souvent du matériau de recouvrement. Ce biofilm est constitué de grains de limons moyens, plus rarement de sable, coincés entre les fibres.

b - Le Biofilm Minéral Supérieur

Les références précédentes indiquent que dans la modification de structure par formation de biofilm de Géotextile, les matériaux proviennent de la matrice argilolimoneuse du sol de recouvrement. Ce type de biofilm est considéré comme résultat de la chute de poussière ou particules non stabilisées présentes dans le matériau de recouvrement au moment de son épandage ou les premiers lessivages de la couche adjacente au Géotextile.

L'Obstruction est caractérisée par la fermeture partielle des pores par les grains de sable sur la limite supérieure du Géotextile. La membrane opère donc comme un tamis. Les particules plus grandes que la dimension des pores bouchent directement les interstices de la membrane et empêchent tout passage ultérieur de fluides. Les agglomérats lâches formés au dessus du filtre auront peu d'influence sur la percolation du liquide. Un autre phénomène de modification de structure par formation de biofilm se produit, il se caractérise par l'introduction des particules ayant approximativement la même taille que le diamètre des pores, entraînant ainsi une tendance à la modification de la structure.

En effet, les particules sont retenues aussi bien à l'intérieur des pores du filtre que sur sa surface. Ceci a un double effet: les particules retenues dans les pores diminuent leurs diamètre et, par là, augmentent la résistance au passage du fluide; les canaux étant devenus plus petits, le filtre est donc capable de retenir une plus grande fraction des particules agissant dès lors comme un tamis de mailles progressivement décroissantes. Le tamis en question arrête à sa surface les particules dont le diamètre est supérieur à celui des pores superficiels. Dans le cas de pontage, les particules présentes à la surface sont considérablement plus petites que la dimension des pores. Elles passent tout d'abord à travers les canaux sans obstacles. Des particules sont arrêtées sur la surface et commencent à créer un pont au-dessus du pore, diminuant l'ouverture jusqu'au pontage complet de ce dernier. Tous ces phénomènes de blocage ou de captation des particules, qu'elles soient grossières ou fines, sont assurés par l'arrangement des fibres à l'intérieur des nappes.

On distingue trois agencements de fibres qui pourront retenir les particules, soient :

- A la surface des fibres;
- Dans un espace assez large;
- Dans un goulot d'étranglement.

Les diagrammés ci-après (Page 3 à 7) illustrent les différentes fonctions du Géotextile quand il est associé au sol. Cependant, les photos de 1 à 10 ci-jointes prises au microscope électronique concrétisent et confirment réellement les fonctions des Géotextiles illustrées dans les diagrammes évoqués ci-haut .

CONCLUSION

Conscients de l'importance, des applications positives apportées par ce nouveau matériau qui a déjà fait preuve de ces performances dans ce champs d'utilisation diversifié tant au Nord Américain qu'en Europe, le Géotextile paraît à mon sens le seul matériau capable d'apporter des améliorations au drainage interne de nos routes du fait d'une combinaison de fonction qu'il peut assurer:

- Séparation des milieux granulaires
- Rôle de l'anticontamination des différentes couches du sol.
- Répartition et diffusion des flux liquides
- Rétention des matières solides et en suspension.
- Protection des drains
- Fonction de drain ou filtre
- Stabilisation des sols etc....

Les inconvénients de tous les drains ou filtres granulaires utilisés jusqu'à présent sont, d'une part, leur surface spécifique réduite, et d'autre part, leur tendance au colmatage, réduisant rapidement leur efficacité hydraulique et leur durabilité. Les géotextiles peuvent ainsi répondre à toutes ces limitations du fait de leur grande perméabilité, de la grande surface spécifique des fibres et de la structure fibreuse.

RÉFÉRENCES

- Mlynarek, J, Rollin, A.L., La Fleur, J et Bolduc, G (1990) . " Microstructural analysis of a soil/ Géotextile System ". Géosynthetics : Microstructure and performance Land. Pegg Editor. ASTM.STP 1076. P. 137-146
- Rollin, A.L. et Lombard, G (1988) " Mécanismes Affecting Long-Term Filtration. Behavior of Géotextiles ". Géotextiles and Géomembranes. Vol . 7 P. 119-145.
- Rollin, A.L., La Fleur, J . et Lombard, G (1983). " Comportement Hydraulique des Géotextiles "symposium d'Alberta sur les Géotextiles, Edmonton 14 Avril 1983. 21 P.
- BAHOUSSA . M: (1991): L'utilisation des Géosynthétiques dans un système de fosse séptique et de champs d'épuration (Thèse: École Polytechnique - Montréal - CANADA -