

Drainage sous remblai

Solution géocomposite

SOMTUBE

Pierre Gendrin

BUREAU D'ÉTUDES
Georoute Ingénierie

Rabah Arab

INGÉNIEUR GÉOTECHNICIEN
Affitex

Yves Henri Faure

Laboratoire Interdisciplinaire de Recherche
Impliquant la Géologie et la Mécanique (Lirigm)

Les auteurs présentent une solution géocomposite pour le drainage sous remblai en remplacement de la solution traditionnelle en couche granulaire. Après une description du géocomposite de drainage SOMTUBE FTF et ses principales caractéristiques, sont présentées deux études de cas : un remblai construit sur un sol de fondation de bonnes caractéristiques mécaniques et un remblai construit sur sol compressible. Dans les deux cas, les équivalences de transmissivité par rapport à la solution traditionnelle sont indiquées.

INTRODUCTION

Le drainage est l'ensemble des opérations artificielles d'évacuation de l'eau présente dans le sol. C'est un élément important dans la stabilité des ouvrages, particulièrement les ouvrages en terre, notamment les remblais.

Dans cet article nous distinguerons les remblais construits sur des sols compressibles (vases, tourbes, argiles molles, etc.) et les remblais construits sur des sols de bonnes caractéristiques mécaniques. Le drainage par la base est indispensable afin d'éviter des pressions interstitielles excessives dans le corps du remblai et de réduire les phénomènes de capillarité.

La solution traditionnelle (figure 1) est généralement constituée par :

- ▶ un filtre géotextile inférieur destiné à retenir les particules fines du sol support ;
- ▶ un matériau granulaire à forte perméabilité ;
- ▶ un filtre géotextile supérieur qui remplit les rôles de séparateur et de filtre entre le matériau granulaire et le corps du remblai.

L'épaisseur du matériau granulaire est habituellement de quelques dizaines de centimètres.

En raison des contraintes écologiques, les contraintes d'ouverture de nouvelles carrières, les coûts de transport et de mise en œuvre assez élevés, rendent les solutions de drainage traditionnelles par couche granulaire dans certains cas onéreuses. La solution géosynthétique SOMTUBE s'impose comme une alternative efficace.

LA SOLUTION GÉOCOMPOSITE

Le géocomposite de drainage bénéficie d'une expérience d'utilisation sur le terrain supérieure à 15 années. Il est utilisé dans le drainage des ouvrages des travaux publics et de génie civil. Il a été développé de manière concomitante avec son logiciel de dimensionnement en collaboration avec le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées (LRPC)

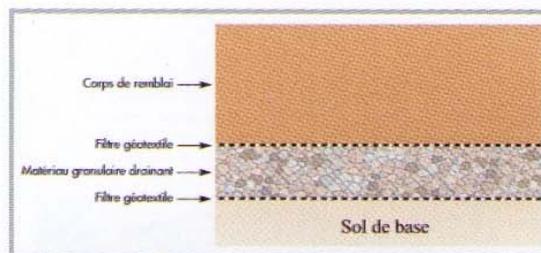


Figure 1
Solution traditionnelle en couche granulaire et filtres géotextiles
Traditional solution with granular layer and geotextile filters

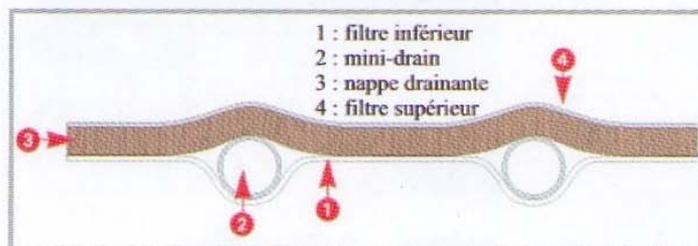


Figure 2
Structure du géocomposite de drainage SOMTUBE
Structure of the SOMTUBE drainage geocomposite

de Nancy et le Laboratoire Interdisciplinaire de Recherche Impliquant la Géologie et la Mécanique (LIRIGM) de l'université de Grenoble 1.

Présentation du géocomposite

La structure du géocomposite est illustrée sur les figures 2 et 3. Elle résulte de l'assemblage par aiguilletage des éléments suivants :

- ◆ une nappe filtrante non tissée aiguilletée en polypropylène (filtre inférieur) ;
- ◆ une nappe drainante non tissée aiguilletée en polypropylène ;
- ◆ des mini-drains de diamètre 20 mm, perforés régulièrement selon deux axes alternés à 90°, les mini-drains sont en polypropylène ;
- ◆ une nappe filtrante non tissée aiguilletée en polypropylène (filtre supérieur).

L'espacement entre les mini-drains est variable (0,25, 0,5, 1 et 2 m) et, est fonction des débits à drainer et des caractéristiques géométriques de l'ouvrage.

Les différents composants du géocomposite sont développés par un procédé de fabrication par ai-

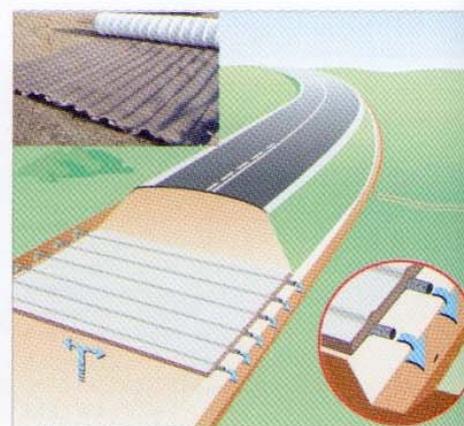


Figure 3
Disposition du géocomposite de drainage sous remblai

Layout of the drainage geocomposite under embankment

Figure 4
Schéma des courbes de pression d'eau entre mini-drains
Diagram of water pressure curves between mini-drains

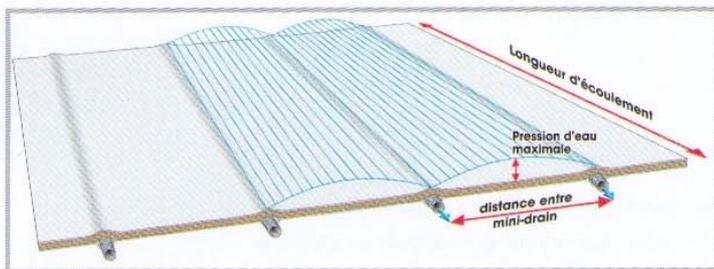


Figure 5
Caractéristiques géométriques de l'ouvrage et pression entre mini-drains
Geometric characteristics of the structure and pressure between mini-drains

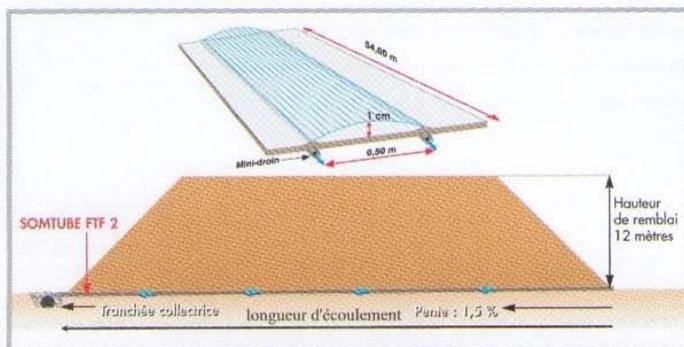


Photo 1
Déroulement du géocomposite de drainage sur le fond de forme
Unrolling the drainage geocomposite over the subgrade



Photo 2



Photo 3
Remblaiement sur le géocomposite et montée du remblai
Backfilling over the geocomposite and rising of the embankment



guilletage à partir de fibres selon le processus cardage/nappage/aiguilletage, ce qui confère au produit :

- ◆ une forte épaisseur pour une masse surfacique donnée qui lui donne une forte porosité, condition indispensable à la circulation de l'eau dans la structure du géotextile ;
- ◆ des caractéristiques de traction qui se traduisent par une grande déformation avant rupture, condition indispensable à l'adaptation du matériau aux supports irréguliers et aux tassements du sol support ;
- ◆ les filtres sont liés à la nappe drainante par un aiguilletage dense ce qui permet d'accroître le cisaillement interne et d'éviter tous déplacements relatifs lors de la mise en œuvre particulièrement sur les pentes.

Les caractéristiques principales d'un géosynthétique liées aux fonctions filtre et drain sont :

- ◆ la perméabilité normale au plan (anciennement permittivité) ;
- ◆ l'ouverture de filtration ;
- ◆ la résistance à la pénétration de l'eau (anciennement mouillabilité) ;
- ◆ la capacité de débit dans le plan (anciennement transmissivité).

La résistance à la pénétration de l'eau est un paramètre important dans les applications des géotextiles en filtration et en drainage, particulièrement dans le cas des sols non saturés.

Les éléments du géocomposite ont fait l'objet d'études particulières, notamment la transmissivité du composite sans les mini-drains, la résistance de pénétration de l'eau dans les mini-drains, leur capacité de décharge et leur résistance à l'écrasement.

Transmissivité du composite sans les mini-drains

La fonction de cette nappe est de faciliter l'écoulement de l'eau vers les mini-drains. La caractéristique à prendre en compte est la capacité de débit dans le plan ou la transmissivité θ . Cette caractéristique dépend directement de l'épaisseur du géotextile non tissé, sous la contrainte de compression considérée.

Les mini-drains

La fonction de ces mini-drains est de collecter l'eau afin de l'évacuer rapidement vers les exutoires. Les caractéristiques principales à prendre en compte sont la perte de charge à l'entrée des mini-drains et leur capacité de décharge en fonction du régime d'écoulement (laminaire, turbulent, etc.). Ces deux caractéristiques ont fait l'objet d'essais spécifiques. Les résultats expérimentaux ont permis de proposer :

- ◆ une relation pour les pertes de charge à l'entrée des mini-drains de la forme $\Delta h = aQ^b$ ou a et b sont deux constantes expérimentales ;

◆ une relation pour la capacité de décharge, q_d ($q_d = Q/i$) en fonction du gradient hydraulique i dans le mini-drain de la forme $q_d = \alpha i^n$ ou α et n sont deux constantes expérimentales. Les mini-drains résistent à une compression de 700 kPa entre deux plaques parallèles ce qui correspond à une hauteur de remblai d'environ 35 m.

MÉTHODE DE DIMENSIONNEMENT

Le logiciel développé par le Laboratoire Interdisciplinaire de Recherche Impliquant la Géologie et la Mécanique (LIRIGM) de l'université de Grenoble 1 et validé en collaboration avec le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées (LRPC) de Nancy permet de déterminer le produit le mieux adapté pour drainer le flux attendu en optimisant le nombre de mini-drains de façon à limiter la pression hydraulique admissible dans le produit et donc dans le corps du remblai. Les conditions de flux considérées sont les suivantes :

- ◆ alimentation en eau avec flux homogène perpendiculaire au produit drainant;
- ◆ alimentation en eau avec une charge hydraulique constante à une certaine distance dans le sol. Dans le logiciel, les écoulements sont considérés mono-directionnels et perpendiculaires au mini-drains dans la nappe drainante. Le logiciel prend en compte les paramètres suivants :

- ◆ la transmissivité de la nappe drainante sous compression;
- ◆ la longueur des écoulements dans les mini-drains;
- ◆ la pente éventuelle des écoulements dans les mini-drains;
- ◆ l'espacement entre les mini-drains;
- ◆ les conditions d'écoulement dans les mini-drains (saturés ou non).

La circulation hydraulique dans le géocomposite SOMTUBE est décomposée suivant quatre phases :

- ◆ à travers le filtre;
- ◆ dans l'épaisseur de la nappe drainante non tissée (âme drainante);
- ◆ à l'entrée des mini-drains;
- ◆ à l'intérieur des mini-drains.

Le logiciel permet également de déterminer la pression maximale entre les mini-drains (figure 4).

ÉTUDES DE CAS

Remblai routier : RD964 - Labessière Candeil (81)

Les caractéristiques de l'ouvrage sont : une emprise en pied de remblai de 54,00 m et une hauteur de 12 m (figure 5). Afin d'éviter les remontées d'eau dans le corps du remblai, un tapis drainant

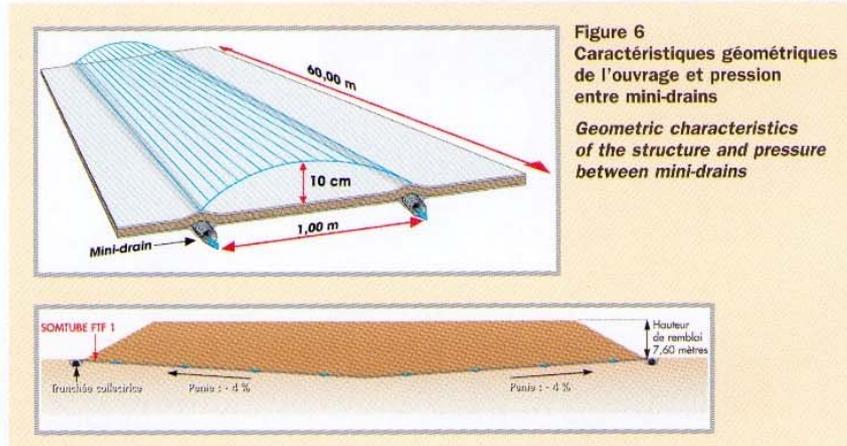


Figure 6
Caractéristiques géométriques de l'ouvrage et pression entre mini-drains

Geometric characteristics of the structure and pressure between mini-drains

en matériaux granulaires de 0,50 m d'épaisseur est prévu dans la solution de base.

Le drainage à la base est réalisé avec le géocomposite avec deux mini-drains/m. Le calcul du flux drainé en prenant en compte les caractéristiques de l'ouvrage (hauteur de 12 m, longueur d'écoulement de 54 m et une pente de 1,5 %) a conduit à une transmissivité équivalente de $6,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, ce qui correspond à une épaisseur de l'ordre de 0,60 m de matériaux drainant de perméabilité $1,10^{-2} \text{ m/s}$. La pression dans le produit exprimée en mètre d'eau demeure inférieure à 1 cm (figure 5).

Le géocomposite a été déroulé perpendiculairement à l'axe du remblai (photos 1 et 2). Le remblaiement se fait à l'avancement (photo 3).

Remblai sur sol compressible : A89 Libourne (33) - Remblai de culée OH

Pour cet ouvrage, la hauteur du remblai est de 7,60 m et l'emprise en pied de remblai est de 12,0 m. Le tassement prévisible du remblai était de 2,40 m. Le géocomposite avec un mini-drain/m a été étudié en tenant compte du tassement final avec une pente d'écoulement de - 4 % (figure 6). Le calcul du flux drainé a conduit à une transmissivité équivalente de $1,10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$, ce qui correspond à une épaisseur de l'ordre de 1 m de matériaux drainants de perméabilité $1,10^{-2} \text{ m/s}$. Dans ce cas la pression dans le produit est de 10 cm (figure 6), ce qui permet à l'eau de remonter dans les mini-drains vers les tranchées collectrices. La présence des mini-drains permet de limiter la pression d'eau dans le corps du remblai.

COMPARAISON SOLUTION GÉOCOMPOSITE ET SOLUTION TRADITIONNELLE

Dans le tableau I sont résumés quelques paramètres de comparaison pertinents entre la solution traditionnelle et la solution géocomposite.

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

RD964 - Labessière Candeil (Tarn)

Maitre d'ouvrage et d'études

B.E.D. 81 Albi

Maitre d'œuvre

DDE du Tarn

Entreprise de pose

Connes T.P.

Contrôle extérieur

EEG-Simecsol

Contrôle externe

Fondasol

Bureau d'études Drainage

Georoute Ingénierie

Date de réalisation

Décembre 2000

GÉOSYNTHÉTIQUES

Paramètres	Solution SOMETUBE	Solution traditionnelle
	<p>Le SOMETUBE FTF permet l'économie :</p> <ul style="list-style-type: none"> - du volume de terrassement - du filtre géotextile - des matériaux drainants 	
Epaisseur	Faible Quelques centimètres	Elevée Plusieurs dizaines de centimètres
Résistance à la traction	≥ 18 kN/m	Nulle
Élongement à la rupture	≥ 50 %	-
Perméabilité	Fonction de la densité des mini-drains	Invariable
Poids spécifique	Masse surfacique et épaisseur contrôlées en usine	Granulométrie calibrée
Stabilité	- Pas de risque d'altération par les rayons UV lorsqu'il est protégé - Chimiquement inerte (tous les éléments constitutifs sont en Polypropylène)	Complètement inerte
Installation	- Facilité et rapidité de mise en œuvre - Gain de terrassement	- Risque de contamination par le sol support - Nécessite une protection par des filtres géotextiles

Tableau I
Comparaison entre solution traditionnelle et solution SOMETUBE

Comparison between traditional solution and SOMETUBE solution

CONCLUSION

Le géocomposite de drainage Sometube a été mis en œuvre dans plusieurs applications en drainage sous remblai. D'autres applications du produit sont possibles tels que les masques drainants et le drainage des ouvrages hydrauliques (retenues collinaires, drainage sous géomembrane, etc.).

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

A89 Libourne (Gironde)

Maître d'ouvrage

ASF

Maître d'œuvre

Scetauroute

Entreprise de pose

Valerian - Fougerolle Ballot

Bureau d'études Drainage

Georoute Ingénierie

Date de réalisation

Novembre 1999

ABSTRACT

Drainage under embankment. SOMETUBE geocomposite solution

P. Gendrin, R. Arab, Y.-H. Faure

The authors describe a geocomposite solution for drainage under the embankment as a substitute for the traditional granular layer solution. After describing the SOMETUBE FTF drainage geocomposite and its main characteristics, two case studies are presented: an embankment built on a foundation soil with good mechanical properties and an embankment built on compressible soil. In both cases, the transmissivity equivalences relative to the traditional solution are indicated.

RESUMEN ESPAÑOL

Drenaje bajo terraplén. Solución mediante material geocomposita SOMETUBE

P. Gendrin, R. Arab e Y.-H. Faure

Los autores presentan una solución geocomposita para el drenaje bajo terraplén en sustitución de la solución tradicional en capa granular. Tras una descripción del material geocomposita de drenaje SOMETUBE FTF y sus principales características, se presentan dos estudios de caso: un relleno construido sobre un suelo de cimentación de buenas características mecánicas y un relleno construido sobre suelo compresible. En ambos casos, se procede a una comparación de las equivalencias de transmisividad con relación a solución tradicional.