

TRAITEMENT DE TALUS MARNEUX PAR UN GÉOSYNTHÉTIQUE ALVÉOLAIRE : CAS DE L'AUTOROUTE EST-OUEST EN ALGÉRIE

MARL SLOPE REINFORCEMENT BY ALVEOLAR GEOSYNTHETICS: CASE OF EAST-WEST HIGHWAY IN ALGERIA

Said TABTI¹, Mossedek KHELIFI¹, Thouna BOULMAALI¹, Pierre GENDRIN²

¹ Afitex Algérie, Alger, Algérie

² Bet Géoroute ingénierie, Chartres, France

RÉSUMÉ - Le projet algérien d'Autoroute Est-Ouest s'étend sur une longueur totale de 1216 km entre la frontière marocaine et la frontière tunisienne. Ce projet est confronté à différentes contraintes géotechniques, dont la stabilité des talus. Cette région se caractérise par son terrain accidenté, qui influe directement sur le réseau routier. Plusieurs glissements recoupent le tracé des routes existantes. Pour stabiliser les talus marneux de l'autoroute Est-Ouest, une solution mixte associant un géocomposite pour le drainage et un géosynthétique alvéolaire pour la stabilité des talus a été proposée.

Mots-clés : géocomposite, alvéolaire, anti érosion, drainage, glissement, stabilité de terres.

ABSTRACT – The East-West highway project in Algeria covers a total length of 1 216 km between the Moroccan border and the Tunisian border. This region is characterized by its rugged terrain that directly affects the road network. This project faces several geotechnical constraints, in particular the slope stability of marl and clay materials located in the eastern part of Algeria. In order to stabilize marl slope on the Algerian East-West highway, a solution composed of a geocomposite for drainage and an alveolar geosynthetic for slope stabilization (skin slide) was proposed.

Keywords: geocomposite, alveolar, anti-erosion, drainage, sliding, slope stability.

1. Introduction

L'itinéraire de la section autoroutière dans l'Est Algérien emprunte des dépressions topographiques importantes. La géomorphologie est due à la conjugaison de dislocations dues aux mouvements tectoniques et à la nature argileuse ou marneuse des terrains en place.

Ces terrains sont difficiles à drainer et les processus d'érosion par ruissellement rendent les pentes très instables.

Il existe de nombreux exemples de pentes trop abruptes dans un état de stabilité limite (glissement) suite à une élévation des niveaux de nappes phréatiques au-dessus de la moyenne. L'eau réduit la résistance au cisaillement du matériau et entraîne des glissements de terrains.

Les solutions présentées dans cet article visent à protéger les talus de l'érosion superficielle (glissement de peau) (Watn et al., 2000).

Les talus marneux traités sont supposés auto-stables à court et long terme sur les grands glissements. La figure 1 illustre un talus marneux à traiter par solutions géosynthétiques.



Figure 1. Talus marneux à traiter.

2. Description de la solution de base au marché

Le talus est protégé de l'érosion et des variations hydriques par une géomembrane étanche. La pose d'une couche de terre végétale ou de concassé sur cette géomembrane risque de la détériorer (poinçonnement) et de la rendre instable (glissement à l'interface). La mise en place d'un géotextile renforcé ou non suivant la pente du talus et la longueur du rampant permet de répondre à ces deux contraintes. L'ensemble du dispositif est ancré en tête dans une tranchée d'ancrage.

Les inconvénients de la solution de base :

- solution assez lourde et complexe,
- enracinement très superficiel de la végétation,
- risque si venues importantes d'eau sous la géomembrane.

Les avantages de la solution de base :

- Protection complète du talus.

3. Description de la solution variante proposée

La solution géosynthétique (Tableau 1) proposée en remplacement de la solution de base a été retenue et appliquée sur tout l'itinéraire de l'autoroute au niveau des talus marneux, qui sont caractérisés par leurs pentes et hauteur des talus suivant trois cas. Le dispositif est montré sur la figure 2.

Tableau 1. Dispositif géosynthétique de drainage et retenue de terres sur talus.

	Pente du talus	Hauteur de talus	Pour assurer la fonction de drainage	Pour assurer la fonction de retenue de terre
Cas 1	$\leq 2H/1V$	≤ 5 m	Géocomposite de drainage	Géosynthétique Alvéolaire
Cas 2	$\leq 2H/1V$	$5 \text{ m} < H < 10 \text{ m}$	Géocomposite de drainage	Géosynthétique Alvéolaire
Cas 3	$2H/1V \leq p \leq 3H/2V$	≤ 10 m	Géocomposite de drainage	Géosynthétique Alvéolaire

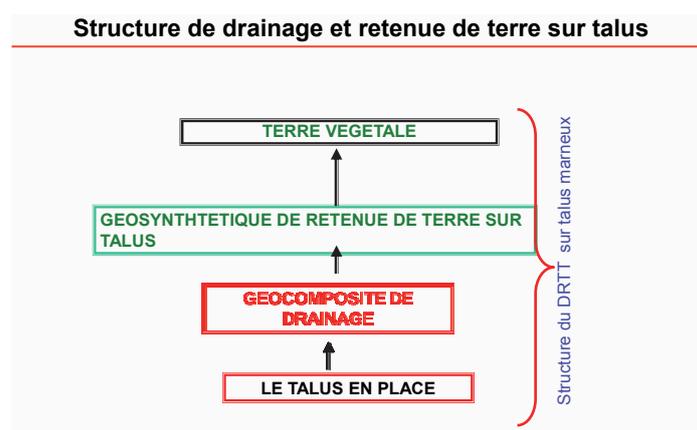


Figure 2. Le dispositif de la solution variante.

3.1 Le géocomposite de drainage

Le drainage des eaux internes est assuré traditionnellement par des matériaux granulaires de bonne qualité. Pour contribuer à la préservation des ressources naturelles, on trouve des alternatives à l'utilisation du tout granulaire grâce à l'emploi de géocomposites drainants. Le produit géocomposite de drainage proposé en variante à une solution traditionnelle (figure 3) présente la caractéristique

d'associer des géotextiles drainants avec des géotextiles filtres et des mini-drains perforés. Il est utilisé dans le drainage sous remblai en talus ou sous chaussée, que ce soit pour évacuer les eaux de la structure ou des eaux extérieures à l'ouvrage (pluviométrie).

L'instruction du dossier a montré que la complexité du produit nécessite une étude hydraulique spécifique pour son dimensionnement et un contrôle rigoureux lors de la mise en œuvre sur chantier. Moyennant ces précautions, le produit peut prétendre à remplir la fonction de drainage attendue.

Le talus marneux est stable sans apport de poids supplémentaire mais les infiltrations et les arrivées d'eaux peuvent être sources d'instabilités et de ruptures.

3.1.1. Présentation du produit et du procédé

Les géocomposites mis en œuvre assurent les fonctions de filtration et de drainage (Norme NF EN 13252). Ce sont des produits manufacturés, souples et équipés de mini-drains régulièrement perforés. Les différents composants des géocomposites de la gamme (nappes drainantes, nappes filtrantes, mini-drains) sont en polypropylène (PP) et assemblés industriellement par le procédé d'aiguilletage. La nappe composite (nappe drainante et nappe filtrante) est appelée par la suite partie non tissée.

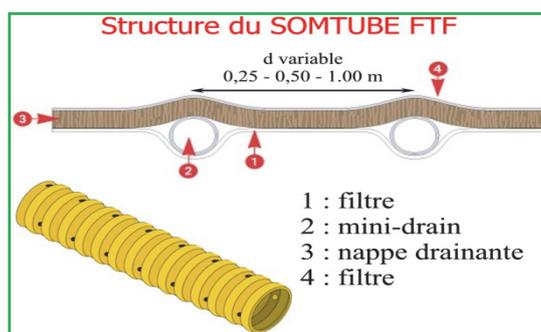


Figure 3. Structure du géocomposite de drainage.

3.1.2. Dimensionnement

Pour ce projet, une note de calcul a été établie afin de déterminer le flux drainé par le géocomposite, situé sous le géosynthétique alvéolaire et la terre végétale, et estimer sa capacité à drainer les eaux pluviales. Le dimensionnement est réalisé à l'aide du logiciel (lymphica) qui permet de déterminer les capacités drainante d'un géocomposite posé sur un talus marneux et recouvert du complexe géosynthétique alvéolaire plus terre végétale.

Le calcul est mené pour le plus grand talus (rampant le plus long), soit une longueur de 16,20 m pour une inclinaison définie par le rapport 2,5H/1V (Myhre, 1985). Par sécurité, le géocomposite est considéré en régime d'écoulement libre non saturé, c'est-à-dire sans pression au droit des mini drains. L'introduction de la géométrie des talus et des paramètres hydrométriques dans le logiciel permet de déterminer le flux drainé, exprimé aussi en débit de pied par mètre, et le dimensionnement du drain routier collecteur.

Les hypothèses de base sont les suivantes :

- la pluviométrie centennale (100 ans) est de 300 mm/h,
- la transmissivité équivalente est de $9,64 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$,
- le coefficient de ruissellement et d'évapotranspiration de la couche de terre végétale est supérieur à 85 %,
- il y aura donc moins de 15% de la pluviométrie à drainer, soit de l'ordre de 1000 mm/jour,
- la pression maximale entre mini-drains, égale à 11 mm de hauteur d'eau, est négligeable vis-à-vis du poids de remblai. Elle n'a donc aucune influence sur la stabilité de ce remblai au contact du géosynthétique.

Les résultats du calcul sont :

- le flux maximal drainé par le géocomposite est de $1,36 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$,
- ce flux correspond à une hauteur d'eau de 1180 mm/jour.

3.1.3 Avantages du géocomposite de drainage

Le schéma de principe du système de drainage est donné sur la figure 4. Son rôle est d'éviter les glissements et ravinement de talus (figure 5). Mis à part sa facilité de mise en œuvre (figure 6), les avantages du géocomposite dans le cadre de son utilisation sur talus marneux sont :

- la présence des mini-drains incompressibles qui permettent une évacuation rapide et monodirectionnelle de l'eau vers les tranchées collectrices,
- l'aiguilletage dense des filtres géotextiles à la nappe drainante qui permet d'éviter tous déplacements filtre/nappe drainante,
- la souplesse du géocomposite qui lui permet d'épouser les irrégularités du fond de forme.

Ces deux dernières caractéristiques optimisent la fonction filtre en limitant les vides au contact du filtre, donc l'apparition de sol en suspension. En effet, les sols en suspension présentent la particularité d'avoir des particules fines indépendantes les unes des autres à leur arrivée au contact du géotextile, ce qui rend la fonction filtre moins performante, d'où un risque de colmatage plus important (Watn et al., 2005). Pour cette raison, il est important que le filtre soit le plus possible en contact avec les sols et avec la nappe drainante.

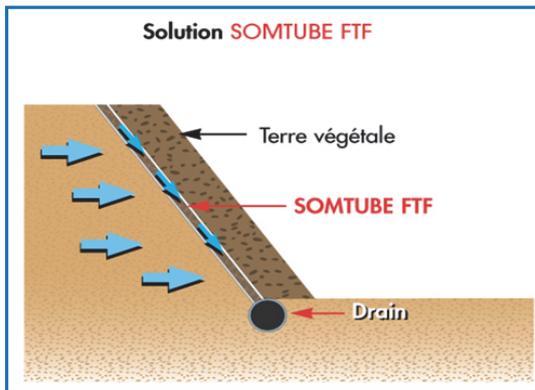


Figure 4. Schéma de principe du géocomposite sur talus.



Figure 5. Comparaison avec ou sans géocomposite.



Figure 6. Mise en œuvre du géocomposite de drainage.

3.2 Le géosynthétique alvéolaire

Le géosynthétique alvéolaire mis en œuvre sur le géocomposite de drainage est destiné à retenir la terre végétale mise en œuvre.

Il se présente sous forme d'une grille tridimensionnelle en polyester (figure 7) constituée d'alvéoles hexagonales de 40 cm x 45 cm de large pour une hauteur de 15 cm.

Le géosynthétique est retenu en tête de talus par une tranchée d'ancrage. Cette fixation est complétée en pleine pente par des fers à béton, dont la densité et la disposition dépendent de la pente et de la nature du terrain.

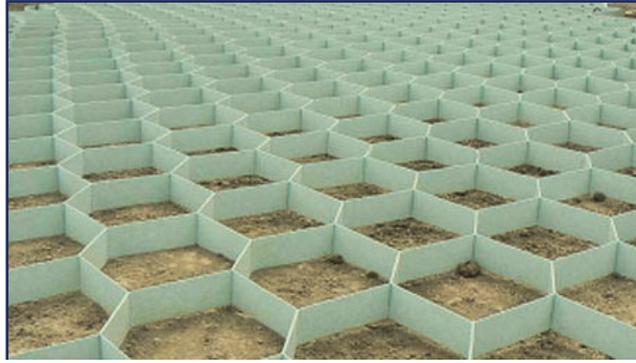


Figure 7. Structure du géosynthétique alvéolaire.

3.3 Les géosynthétiques de drainage et alvéolaire

Les figures 8 et 9 montrent les deux produits mis en œuvre sur talus marneux.

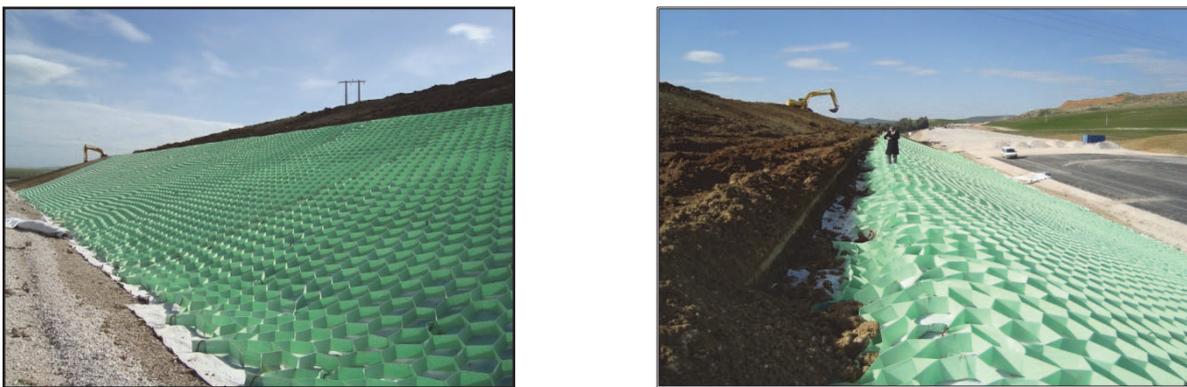


Figure 8. Les deux géosynthétiques mis en œuvre.

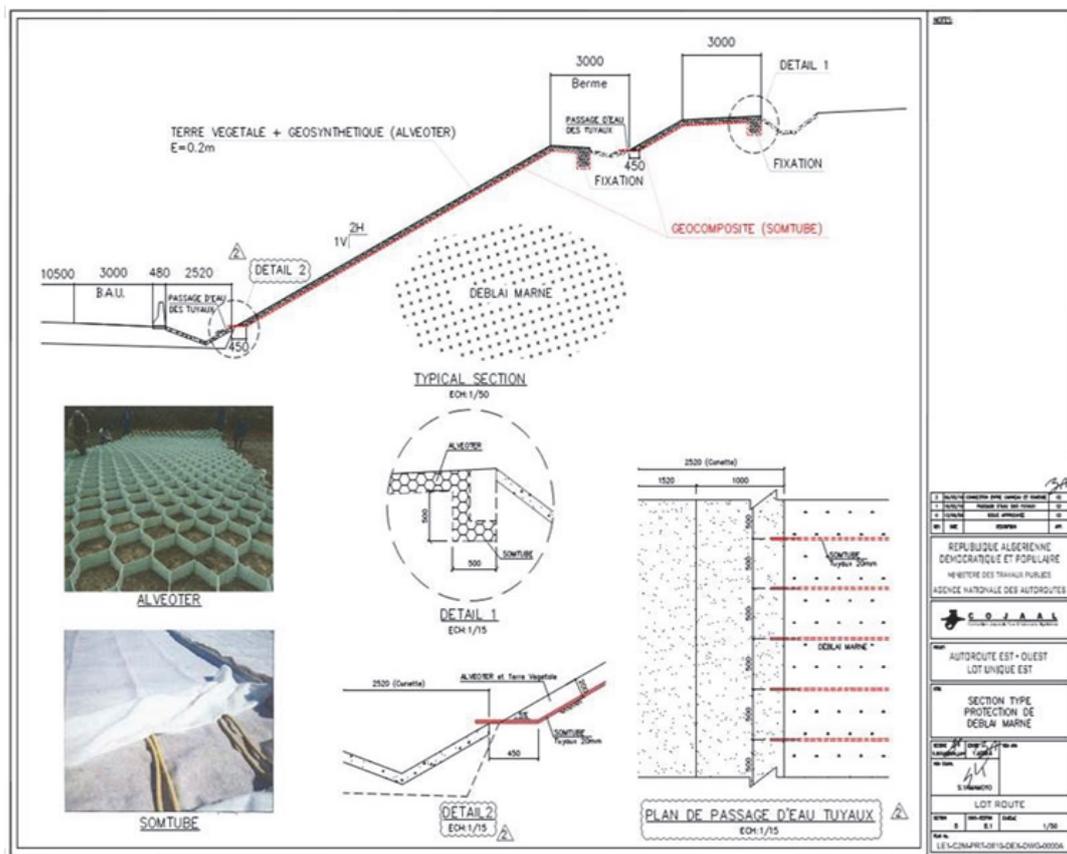
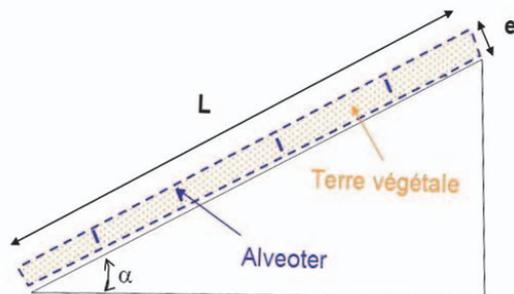


Figure 9. Disposition constructive associée à la mise en œuvre des géosynthétiques.

4. Dimensionnement du géosynthétique alvéolaire

Le dimensionnement a été réalisé suivant la méthode de calcul proposée par le LCPC (LCPC – SETRA, 2000). Les paramètres de calcul sont présentés sur la figure 10 et dans le tableau 1.



L : longueur du rampant
 e : épaisseur de la couche de recouvrement
 α : angle du talus
 γ : poids volumique du sol de recouvrement
 δ : angle de frottement entre le sol de recouvrement et le géotextile alvéolaire
 φ : angle de frottement entre le sol de recouvrement et le sol support
 q : surcharge

Figure 10. Définition des paramètres de la méthode de dimensionnement.

5. Résultats de la mise en œuvre de la double solution géosynthétique

Les talus marneux ont été stabilisés par cette double solution géosynthétique, assurant les deux fonctions de drainage et anti érosion. Appliquée depuis l'année 2010, cette technique de renforcement par géosynthétiques a permis de répondre aux exigences et aux objectifs des donneurs d'ordre en offrant des solutions alternatives avec de nombreux avantages. En effet, elles sont simples à mettre en œuvre, les structures sont souples dans leurs fonctionnements et elles contribuent à la préservation de la ressource naturelle.

La figure 11 illustre, après une période de deux mois, l'état du talus traité par la double solution géosynthétique.



Figure 11. Les talus marneux après traitement par les deux géosynthétiques.

6. Conclusion

Le contexte géologique et topographique de la section était particulièrement difficile et très mal connu à l'origine du contrat d'études et de travaux. Les deux fonctions (drainage et anti érosion) de l'application de la stabilité des talus, a nécessité une reprise complète de la conception initiale.

La double solution proposée pour assurer les fonctions drainage par le géocomposite et la retenue de terre par le géosynthétique alvéolaire sur talus marneux a permis la stabilité des terres sur talus sur des tronçons du projet auto route Est Ouest en Algérie.

Le recul de plus de quatre ans sur cette solution géocomposite a permis à la maîtrise d'œuvre de la préconiser pour la suite du chantier.

7. Références bibliographiques

- Myhre J. (1985). Strengthening of a road on peat using Tensar geogrid and Terram Geotextile. SINTEF report STF61 F85011.
 Watn A. et al. (2005). Geosynthetic reinforcement for pavement systems – European perspectives. Proceedings Bearing Capacity of Roads and Airfields (2005).