

SOLUTION GÉOSYNTHÉTIQUE DE PROTECTION DES GÉOMEMBRANES ET DE STABILISATION DE LA COUCHE DE TERRE DE COUVERTURE

GEOCOMPOSITE SOLUTION FOR GEOMEMBRANE PROTECTION AND STABILIZATION OF GROUND ON A SLOPE

Jean-Luc MICHAUX¹, Clément THOMASSET²

1 Terageos, Veurey Voroize France

2 Proterra, Trappe France

RÉSUMÉ – Les talus d'ouvrages étanchés par géomembrane doivent être protégés des intempéries (UV, vent, froid, grêle, ...) pour une meilleure durabilité. Cette protection consiste en la mise en place de géosynthétiques recouverts d'une couche de matériaux. La société Terageos a ainsi développé un géoconteneur accroche terre et antipoinçonnant, permettant de retenir les matériaux sur le talus, tout en résistant à la traction liée à leur poids conformément à la norme XPG 38 067. Cette solution est présentée à travers l'exemple d'un chantier de bassin de stockage d'eau pluviale dont le DEG a été mis en œuvre par la société Proterra.

Mots clés : dispositif d'étanchéité par géomembrane (DEG), géocomposite accroche terre, contrôle de l'érosion

ABSTRACT – Waterproof slopes with geomembrane must be protected from the climatic conditions for a better durability. This can be done thanks to geosynthetics, covered by a layer of ground. Terageos developed a product adapted for this application, in order to maintain the ground on the slope and to resist to the action of the ground weight on the slope (standard XP G 38067). This solution is presented through a project of waterproof storage, performed by Proterra company.

Keywords: geomembrane lining system (GLS), ground retaining geocomposite, erosion control, artificial lake.

1. Introduction

Les géomembranes d'étanchéité sur les talus sont sensibles aux agressions climatiques (UV, vent, froid, grêle). Pour une bonne durabilité des ouvrages, il est donc préférable de les protéger par une couche de matériaux. Cependant, cette couche surfacique de matériaux est très sensible à la présence d'eau : elle peut être érodée par la pluie (phénomène de « splash »), par des venues d'eau concentrées dans le talus, ou par des glissements de peau. Ces phénomènes sont accentués par la présence d'une géomembrane en sous-face qui empêche l'infiltration des eaux en profondeur. Ces phénomènes d'érosion sont décrits dans le guide « Recommandations pour l'utilisation des géosynthétiques dans la lutte contre l'érosion » (Reiffsteck et al., 2003). Il est donc nécessaire de maintenir les matériaux sur le talus au moyen d'un système accroche terre.

2. Pourquoi protéger une géomembrane sur un talus

2.1. Raisons climatiques

Les agressions climatiques peuvent détériorer les géomembranes et réduire considérablement la durée de vie d'un ouvrage. Le vent crée une sous-pression dans l'ouvrage qui peut provoquer une aspiration de la géomembrane et sa déchirure (fig 1). Une chute de grêle peut percer la géomembrane et donc détruire l'étanchéité. Les variations de température peuvent conduire à une rétractation – dilatation de la géomembrane, qui, si elle est trop en tension, peut arracher les fixations mécaniques.



Figure 1. Aspiration de la géomembrane sous l'effet du vent



Figure 2. Endommagement par la neige et la glace

2.2. Raisons sécuritaires

La géomembrane à nu peut aussi être facilement détériorée par un acte de vandalisme tel qu'un jet de pierre ou un coup de cutter. L'ouvrage ne remplit plus alors sa fonction d'étanchéité.

Cette membrane est très glissante. Elle présente un réel danger de noyade en cas de chute dans le bassin, sans possibilité de remonter le long des parois.

Il est donc préférable de protéger la géomembrane afin d'obtenir un ouvrage pérenne, avec une étanchéité durable.

3. Comment protéger la géomembrane

La géomembrane peut être protégée par la mise en place d'une couche de matériaux de protection, terre végétale ou matériau granulaire. Cette couche est installée sur un géocomposite qui joue à la fois le rôle d'antipoinçonnant et de tenue des matériaux, tout en étant résistants aux efforts de traction liés au poids de la couche de matériaux. Ce géocomposite doit être défini par un dimensionnement adapté au projet.

3.1. Critère de relief

Afin d'éviter l'érosion et le glissement de la couche de terre sur son support, une solution consiste à interposer des barrières sous forme de reliefs. Les solutions historiques de stabilisation des talus étaient d'ailleurs réalisées par des seuils en fascine ou autre formant des reliefs sur les pentes.



Figure 3. L'absence de relief ou d'autre solution anti-érosion conduit à une érosion des talus

3.2. Critère de résistance

Les matériaux mis en place sur le géocomposite accroche terre produisent des efforts de traction sur le géocomposite qui peuvent être très importants, compte tenu de leur poids et du glissement du géocomposite sur la géomembrane (Figure 4) (Michaux et Brochier, 2011). Le poids des matériaux de couverture peut être renforcé en hiver par l'épaisseur de neige recouvrant le talus, en particulier pour les projets en altitude. Le géocomposite accroche terre doit donc avoir une résistance adaptée aux spécificités du chantier, afin d'éviter le risque de rupture.



Figure 4. Un accroche terre insuffisamment renforcé peut se rompre sous le poids de la couche de matériaux de couverture

3.3. Critère de drainage

Lorsque le géocomposite accroche terre recouvre une géomembrane, par exemple dans le cas d'une couverture de décharge, il est important de drainer les infiltrations d'eau pluviale dans le talus pour que l'eau ne stagne pas au dessus de la membrane. En effet, en absence de réseau de drainage, l'eau qui s'infiltré va se retrouver bloquée par la géomembrane. Elle va s'écouler à l'interface entre la géomembrane et la terre, et créer un plan de glissement pour les matériaux de couverture. De plus, cette absence de réseau de drainage peut conduire à un phénomène de saturation des matériaux en eau, et favoriser des glissements de matériaux sur le talus.



Figure 5. Glissement des matériaux sur le talus étanché, en absence de système de drainage

4. Solution innovante pour la stabilité des matériaux sur les talus

4.1. Présentation de la solution

Afin de lutter durablement contre l'érosion, la société Terageos a mis au point un géocomposite innovant. Ce produit possède les fonctions suivantes :

- protection de la géomembrane par une face en géotextile non-tissé aiguilleté.
- tenue des matériaux sur le talus grâce à des reliefs linéaires torsadés et filtrant espacés chaque 66 cm. Ces reliefs ont une hauteur de 13 cm optimisée pour maintenir une couche de 20 à 30 cm de matériaux sur le talus (Figure 8). Ils permettent également de laisser passer l'eau d'infiltration à travers les bandes. Ces reliefs permettent de maîtriser les risques de ravinement et de glissement sur le support en géotextile.
- renforcement : des câbles en polyester sont intégrés au produit pour obtenir la résistance appropriée qui peut s'élever à plus de 260 kN/m. Le produit peut ainsi reprendre les efforts de traction sur le talus, liés au poids des matériaux de couverture (figure 6).
- drainage : en fonction des applications, un réseau de mini-drains parallèles régulièrement espacés de 25 cm à 2 m peut être intégré dans le géotextile servant de nappe drainante.

Ce géocomposite alvéolaire, le teracro®, est assemblé en usine de manière industrielle, grâce à une machine conçue spécialement pour cette application (Figure 7).



Figure 6. Principe du géocomposite anti-érosion proposé



Figure 7. Assemblage en usine du géocomposite

4.2. Durabilité de la solution

Un retour d'expérience sur un bassin datant d'une dizaine d'année étanché par une géomembrane recouverte du géocomposite présenté ici et de 20 cm de terre de couverture, montre que la terre est bien stabilisée sur les talus, et que la végétation s'est bien développée (bassin de St Saturnin, 72, figures 8 et 9).



Figure 8 et 9. Durabilité de la solution développée

5. Application aux bassins de stockage

Le géocomposite accroche terre peut être utilisé en particulier pour les talus de bassins de stockage, pour la rétention d'eau pluviale ou le stockage de liquides. Ainsi, ce géocomposite accroche terre a été posé sur les talus du bassin de rétention de Malespine (13), par-dessus une géomembrane pehd 1.5 mm.

5.1. Géométrie du bassin

La géométrie du bassin est la suivante :

- Hauteur des talus : 2m
- Pente des talus : 3H/2V
- Rampant du talus : 3.6m
- Epaisseur de terre de couverture : 30 cm
- Surface des talus : 800 m²

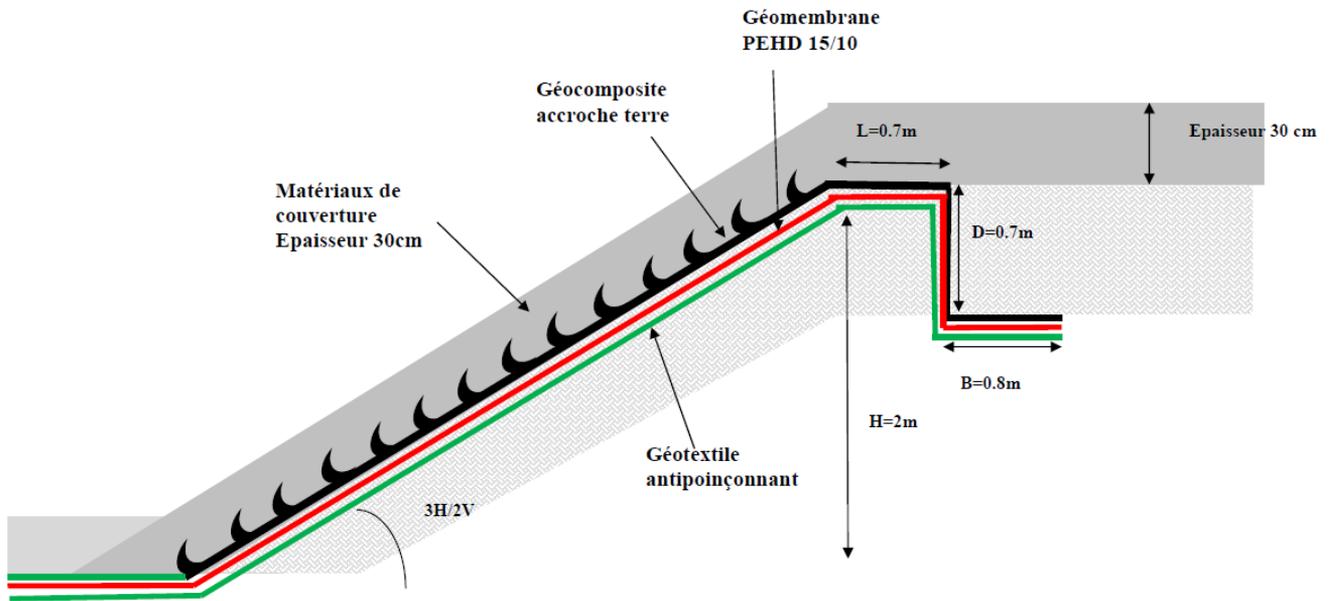


Figure 10. Coupe du talus du bassin

Sur les talus, le géocomposite C13D500R60 est mis en place. Il protège la géomembrane contre le poinçonnement, grâce à son fond en géotextile 500 g/m². Il maintient la couche de terre de couverture au moyen de ses alvéoles de 13 cm de haut.

5.2. Dimensionnement en résistance

Le dimensionnement de la résistance en traction, se fait grâce à la norme XP G 38067. Elle est définie à partir du calcul de l'effort moteur tangentiel lié au poids des matériaux de couverture, et de la force de frottement de la couche de matériaux à l'interface entre le géocomposite et la couche inférieure (sol ou géomembrane).

L'effort moteur tangentiel H_d est donné par la relation :

$$H_d = (1,35 \cdot \gamma_{\text{sat}} \cdot e) \cdot L_a \cdot \sin \beta \quad (1)$$

où γ_{sat} = poids volumique du sol saturé, e = épaisseur du sol de couverture, L_a = longueur de la pente, β = pente

La force de frottement est donnée par :

$$R_{fd} = (1/\gamma_{Rf}) \cdot (N'_d) \cdot \tan \delta_{bk} \quad (2)$$

où γ_{Rf} = coefficient de sécurité à l'interface,
 N'_d = composante du poids perpendiculaire à la pente,
 δ_{bk} = angle de friction à l'interface géotextile / géomembrane

Ces deux équations permettent de définir l'effort de traction dans le géocomposite :

$$T_{\text{max } d} = H_d - R_{fd} \quad (3)$$

puis la résistance en traction minimale du géocomposite R_{tk} en prenant en compte un certain nombre de coefficients de réduction :

$$R_{tk} \geq \Gamma_{\text{end}} \cdot \Gamma_{\text{flu}} \cdot \Gamma_{\text{deg}} \cdot \gamma_{Mt} \cdot T_{\text{max } d} \quad (4)$$

avec,

Γ_{end} : coefficient de réduction dû à l'endommagement lié aux agressions mécaniques lors de la construction,

Γ_{flu} : coefficient de réduction dû à l'évolution physique du matériau sous l'effet du fluage,

Γ_{deg} : coefficient de réduction dû aux dégradations d'origine chimique ou biochimique dues à l'environnement,

γ_{Mt} facteur partiel pour la résistance à la traction du géosynthétique de renforcement.
Dans cette application, les efforts de traction sont de 43 kN/m, après application des coefficients de sécurité.



Figure 11. Mise en œuvre de la terre sur le teracro

5.3. Ancrage

Le géocomposite est ancré au moyen d'une tranchée d'ancrage prévue pour reprendre les efforts liés à la couche de terre de couverture. Le dimensionnement de la tranchée d'ancrage est réalisé conformément à la norme XP G 38067. La tranchée d'ancrage définie également par la norme a pour dimensions :

- Distance à la crête de talus : 70 cm
- Profondeur de tranchée : 70 cm
- Largeur de tranchée : 80 cm

Les matériaux de remplissage de la tranchée d'ancrage sont de nature frottante et peu argileuse. Ils sont soigneusement compactés. La mise en œuvre s'est faite au moyen d'une pelle mécanique.

5.4. Mise en œuvre

Les lés de géocomposite sont conditionnés en rouleaux de 4m de large, de longueur adaptée au rampant du talus et 80cm de diamètre environ sur mandrins. Elles sont enveloppées d'un film polyéthylène pour assurer la protection du produit contre la pluie, le rayonnement UV, la boue et la poussière.

Les lés sont déroulés depuis le haut sur le support, en faisant chevaucher latéralement les panneaux. Un thermocollage simple des bandes au chalugaz peut être utile en cas de vent, avant mise en œuvre de la terre de couverture.

4.6. Gain de temps

Ce géocomposite multifonction a permis de gagner du temps lors de la réalisation du chantier, par rapport à une solution avec plusieurs couches successives. Il y a en effet une seule couche de produit à poser au lieu des 3 couches séparées (antipoinçonnant, produit accroche terre, renfort).

Ce gain de temps se vérifie également lors de l'acheminement des produits, par la limitation du nombre de camions pour apporter les matériaux, et de rouleaux à manipuler.

La mise en œuvre a été rapide, le produit étant simplement déroulé depuis la crête de talus, avant d'être lesté dans la tranchée puis recouvert de terre. Pour optimiser les chutes, les longueurs de rouleaux étaient adaptées au projet.

6. Conclusion

La stabilité des matériaux sur un talus est un problème récurrent, en particulier lorsque le talus est étanché. Pour y parvenir, les solutions géocomposites doivent cumuler les fonctions suivantes : filtration, présence de relief, renforcement, ainsi que drainage et antipoinçonnant en cas de géomembrane en sous face.

Le produit présenté dans cet article, et qui a fait ses preuves depuis plus de 20 ans, possède les propriétés nécessaires pour maintenir les matériaux sur un talus. Son principe du tout en un permet de supprimer les risques de glissement inter-produit, et de faciliter et accélérer la pose puisqu'il n'y a qu'une seule couche à poser.

7. Références bibliographiques

- Michaux J.L., Brochier P. (2014). Geosynthetic solution for artificial snow product lake: a case study
- Michaux J.L., Courberand J.M., Brochier P., Brochier M. (2012). Landfill capping with a multifunction Geocomposite. Eurogeo 5, 2012.
- Michaux J.L., Brochier P. (2011). Use of multi-functions geotextile for the capping of landfill: protection, reinforcement, waterproofing, drainage and soil retention, CFG 2011, Tour, pages 189-193
- Norme XP G 38-067, Stabilisation d'une couche de sol mince sur pente, 2010, 36p.
- Reiffsteck, Antoine, Brioist, Bruhier, Derache, Ducol, Faure, Garcin, Herault, Poulain, Robinet. (2003). Recommandations pour l'utilisation des géosynthétiques dans la lutte contre l'érosion, CFG 2003, 128p.