

DIFFÉRENTES TECHNIQUES PERMETTANT D'AUGMENTER LA FIABILITÉ ET LA SÉCURITÉ D'OUVRAGES ÉTANCHÉS PAR GÉOMEMBRANES

DIFFERENT TECHNIQUES INCREASING RELIABILITY AND SAFETY OF WATERPROOF WORKS USING GEOMEMBRANES

Jean-Luc MEUSY
AGRU, Rouen, France

RÉSUMÉ - Certaines techniques utilisées à ce jour peuvent compromettre la durabilité et la sécurité des ouvrages étanchés par géomembranes. L'exposé met en évidence les points faibles de ces techniques et présente différentes solutions éprouvées.

Mots-clés : profilé « I » ; lestage papillote ; escalier de talus ; filet de lestage ; gabions autobloquants suspendus.

ABSTRACT - Some of the techniques currently used can compromise the durability and the safety of works waterproofed by geomembranes. The presentation highlights the weak points of these techniques and describes some proven solutions.

Keywords: « I » profile, « papillote » ballast systems, slope stairs, ballast net, hung self-locking gabions

1. Présentation des sujets

Trois sujets sont abordés dans cet exposé : le raccordement des géomembranes PE aux ouvrages en béton ; le lestage des géosynthétiques ; les échelles et escaliers d'accès et de secours.

2. Le raccordement des géomembranes PE aux ouvrages en béton

2.1 Les techniques couramment utilisées et leurs points faibles

Par habitude, la fixation mécanique par plat, alu, inox ou résine, est la technique couramment utilisée à ce jour (figure 1 et 2). Les principaux inconvénients sont :

- un raccordement non homogène ;
- une étanchéité difficile à assurer dans les angles et aux changements de plans (figure 1) ;
- l'impossibilité de contrôler l'étanchéité ;
- la création de points durs entre le béton et le support (figure 1) ;
- la planéité du béton souvent défectueuse (figure 2) ;
- le perçage dans un béton pouvant avoir un dosage inapproprié.

2.2 Les alternatives

2.2.1 Le profilé « I »

Ce profilé symétrique est en PE extrudé (figure 3). Il permet notamment de confectionner des cadres pour le raccordement des géomembranes en PEHD et en VLDPE (Polyéthylène très basse densité/ Very Low Density Polyethylen) autour des canalisations (figure 5). Ces cadres sont confectionnés par soudure bout à bout au moyen d'un simple triac équipé d'un miroir (figure 4). Cette technique de soudure est la même que celle utilisée pour le raccordement des tuyaux PEHD. Le principe de mise en œuvre du cadre est détaillé sur les figures 6 à 9.

Par rapport aux solutions traditionnelles, le profilé « I » apporte les avantages suivants : un raccordement fiable, notamment dans les angles ; l'absence de points durs géomembrane / béton. Il est possible de contrôler la soudure autour de l'ouvrage en plaçant un scotch en aluminium sous la zone de soudure : lors du contrôle au peigne électrique, on détecte un éventuel défaut de la soudure par la présence d'un arc électrique.

La géomembrane, le profilé « I » et le cordon de soudure sont fabriqués à partir de la même résine PEHD, permettant de garantir un *raccordement homogène*.



Figure 1. Raccordement défectueux par plat alu + tassement du support (flèches)



Figure 2. Problème de planéité du support



Figure 3. Profilé « I »



Figure 4. Soudure au miroir



Figure 5. Cadre préfabriqué



Figure 6. Phase 1



Figure 7. Phase 2

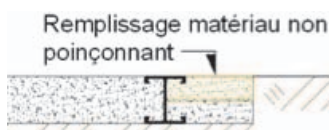


Figure 8. Phase 3

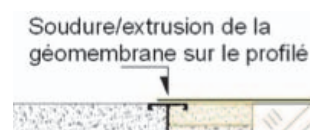


Figure 9. Phase 4



Figure 10. Illustration de la phase 2

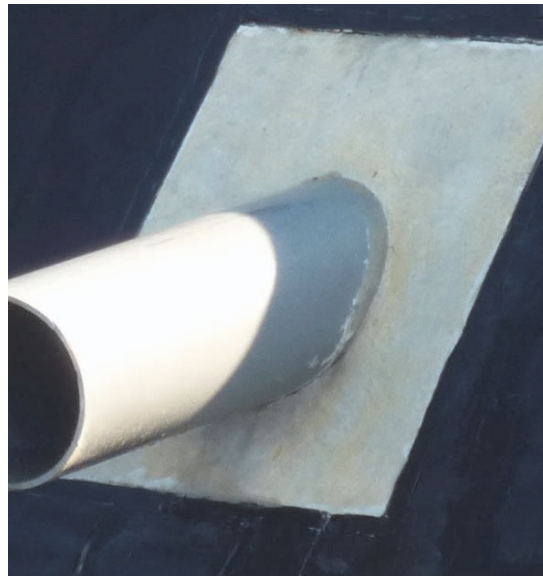


Figure 11. Illustration de la phase 4

2.2.2 Le profilé type « waterstop » en PE

Ce profilé est utilisé pour le raccordement sur de grandes longueurs (figure 12). Grâce à sa bavette, il permet la soudure de géomembranes PEHD ou VLDPE par machine automatique. Le contrôle de la soudure est donc possible par canal d'air (figure 13). Le raccordement par extrusion est également réalisable (figure 14).



Figure 12. Détail du profilé



Figure 13. Double soudure



Figure 14. Extrusion

2.2.3 L'habillage des ouvrages en béton

L'habillage d'ouvrages en béton par géomembranes est délicat à cause notamment des problèmes de dilatation et de fluage de l'étanchéité. Pour plus de fiabilité et d'efficacité, il est possible de préfabriquer des éléments au moyen de plaques à crampons en PE ou en PP (figure 15). Ces éléments seront ensuite coulés dans le béton.

Les crampons sont en forme de « V » et permettent un ancrage parfaitement solidaire au béton (figure 16). On viendra ensuite extruder la géomembrane sur la plaque à crampons.



Figure 15. Préfabrication d'un ouvrage de sortie

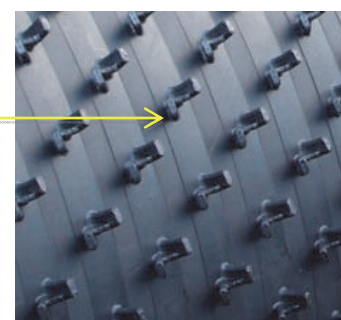


Figure 16. Détail des crampons

2.2.4 Les traversées de parois en béton

Les manchons de caoutchouc permettent d'assurer l'étanchéité entre la canalisation et le béton (figure 17). Ce raccordement est possible quelle que soit la nature du tuyau : PEHD ; PVC ; acier...

Pour améliorer leurs performances, les raccords électro-soudables peuvent être équipés de ce type de manchon (figure 18). Après coulage du béton, on viendra insérer un tuyau PEHD, qui sera alors électro-soudé grâce aux 2 bornes représentées par les points blancs sur la (figure 18).



Figure 17. Manchon en caoutchouc



Figure 18. Manchon électro-soudable

3. Le lestage des géosynthétiques

3.1 Les techniques couramment utilisées et leurs points faibles

Sur talus, des sacs attachés à une corde font souvent office de lestage. Les sacs subissent ainsi toutes les contraintes et on observe fréquemment un lestage inadapté à cause de sacs éventrés ou de cordes cassées. Avec cette technique, on peut également observer des frottements de la corde sur la géomembrane, notamment au niveau de l'angle formé entre le talus et la banquette.

3.2 Les alternatives

3.2.1 Le lestage papillote

Le principe consiste à réaliser des papillotes au moyen d'une géogridde extrudée mono-orientée (figure 19). On obtient donc un lestage continu (figure 20). Ce lestage est particulièrement adapté pour les couvertures de CSDU, les bassins d'orage ou les bassins d'irrigation.

Le lestage papillote étant récupérable et déplaçable au moyen d'un engin de levage, il peut servir de lestage de « fin de journée » lors de la pose de géosynthétiques.

Enfin, ce lestage permet aux sacs de ne pas subir de contrainte : on obtient ainsi un lestage pérenne.

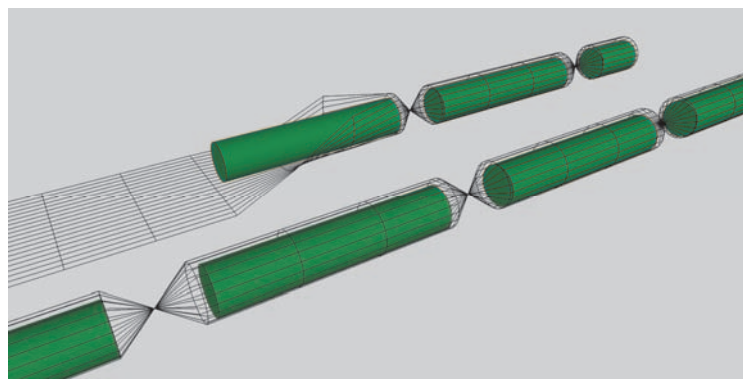


Figure 19. Principe du lestage papillote

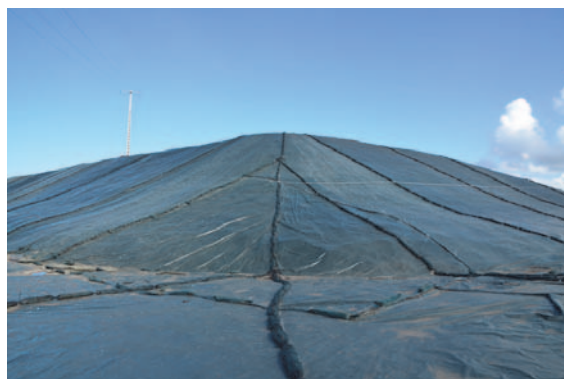


Figure 20. Lestage continu et homogène

3.2.2 Le lestage papillote double

Sur le même principe que le lestage ci-dessus, le « lestage papillote double » est constitué de deux rangées de sacs sur la même géogrille (figure 21). On obtient alors une plus grande largeur d'ancrage. Cette solution est particulièrement adaptée lorsque les développés de talus sont importants et/ou quand l'ouvrage est soumis à des vents forts.

L'ancrage de ces lestages est réalisé au moyen d'un système original de tubes et piquets.

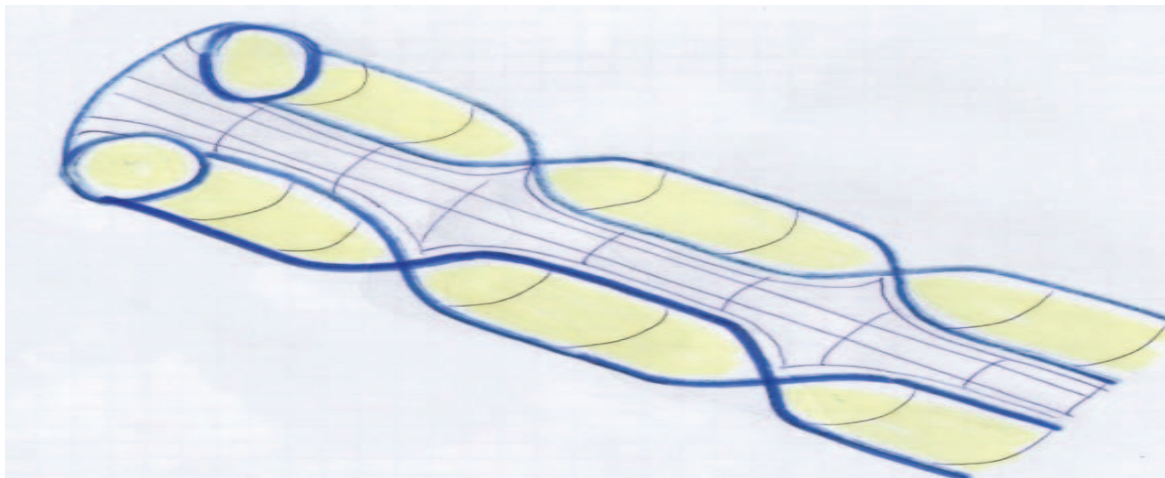


Figure 21. Principe du lestage papillote double

3.2.3 Le lestage par filet

Le lestage par filet en PEHD permet de lester sur la surface totale des géosynthétiques. Sa structure brise le phénomène de dépression dû au vent en évitant ainsi le soulèvement des géosynthétiques.

Le filet permet également de protéger le géosynthétique inférieur des UV.

Le raccordement des lés est effectué par couture (figure 22).

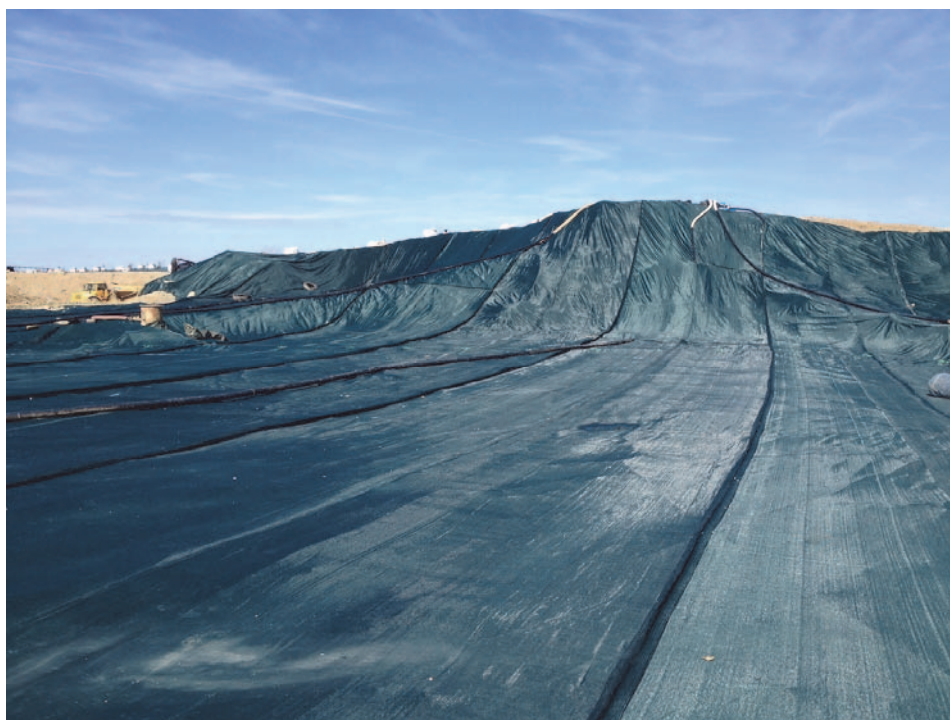


Figure 22. Lestage par filet d'un géofilm en PE armé

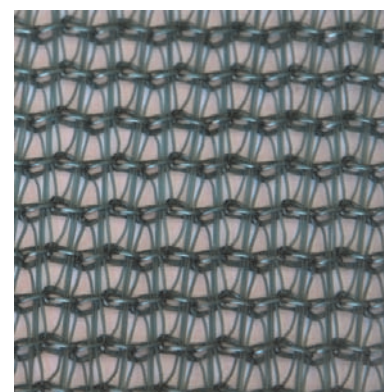


Figure 23. Zoom du filet

3.2.4 Le lestage sur talus par gabions autobloquants suspendus

On réalise des boudins parallèles à partir d'une géogrille extrudée (figure 24). Ces boudins peuvent être placés sur la longueur du talus ou seulement sur une partie de l'ouvrage selon la zone à protéger.

Ces boudins, fermés à une extrémité, sont mis en place sur le talus, puis ancrés en tête.

On place des tubes à l'intérieur de ces boudins (figure 25). On remplit les tubes de gravillons d'une granulométrie dimensionnée par le maillage de la géogrille, puis on retire les tubes.

Les gravillons viennent alors s'imbriquer dans les mailles de la géogrille assurant ainsi le blocage des boudins (figure 26).



Figure 24. Phase 1

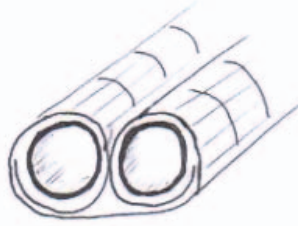


Figure 25. Phase 2

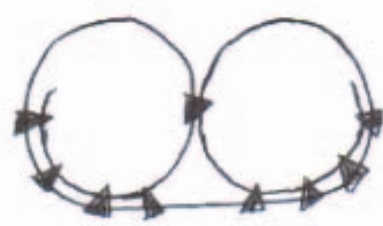


Figure 26. Phase 3

Cette technique permet le remplissage mécanisé des boudins. Elle peut également être utilisée en protection anti-batillage ou en protection d'un talus, si les boudins sont positionnés jointivement.

Il est possible d'appliquer cette solution sur un ouvrage en eau.

4. Les échelles et escaliers d'accès et de secours

4.1 Les techniques couramment utilisées et leurs points faibles

Les échelles à rongeurs sont souvent de simples géospaceurs posés directement sur la géomembrane. Ces produits sont destinés à l'enfouissement et ont donc une résistance limitée aux UV (figure 27). Par ailleurs, ces géospaceurs n'ayant pas de reliefs, leur efficacité en échelle à rongeurs est nulle.

Les accès pour les secours ou la maintenance des ouvrages sont souvent limités à une simple échelle en caoutchouc (figure 28). La sécurité des personnes n'est donc pas assurée, notamment lors de la descente.



Figure 27. Géospaceur attaqué par les UV

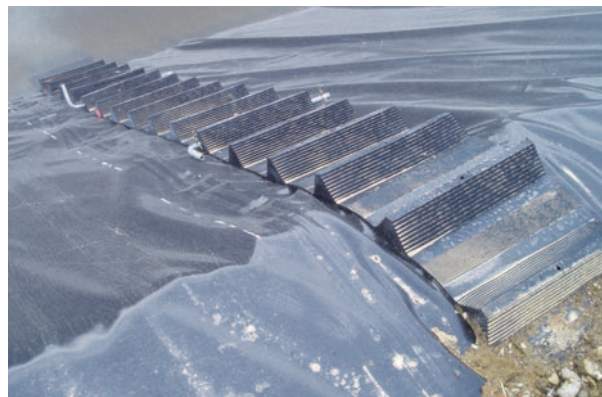


Figure 28 : échelle en caoutchouc

4.2 Les alternatives

4.2.1 Les géogrilles 3D

Des tests ont montré que des échelles à rongeurs sans relief n'ont aucune efficacité.

La (figure 29) représente une géogrille extrudée 3D traitée aux UV. Son épaisseur de 6 mm ainsi que le maillage formant de vrais échelons espacés de 3 cm.

Cette véritable géogrille 3D permet donc aux rongeurs et aux autres animaux de sortir facilement d'un ouvrage étanché par géomembrane.

4.2.2. Les escaliers de talus

Le Marchelier est constitué de modules PVC s'emboîtant les uns dans les autres (figure 30). Les marches peuvent être installées dans un sens ou dans l'autre car leur forme leur permet de s'adapter au plus près à la pente du talus (figure 31).

La profondeur des marches permet une pose confortable du pied et donc une descente en toute sécurité.

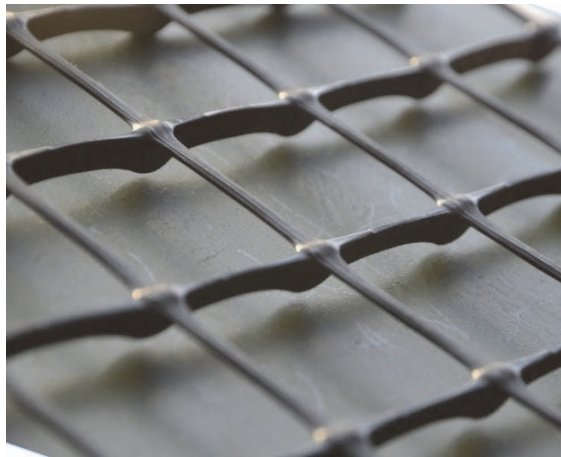


Figure 29. Géogrille extrudée en 3D

Toutes les largeurs de marches sont disponibles à la demande, tout comme la longueur de l'escalier : 3 marches = 1 m de développé de talus.

Les marches sont posées directement sur la géomembrane. Il n'y a donc pas de raccord d'étanchéité à prévoir.

L'escalier peut être équipé d'une ou deux mains courantes (figures 32 et 33).

Des câbles gainés permettent l'ancrage en tête. Pour des développés importants, il est possible d'assurer un ancrage intermédiaire, repris dans l'ancrage en tête.

Cet escalier est utilisé pour les ouvrages définitifs (figures 32 à 34) ou pour la réalisation de travaux en cours de terrassement (figures 35 à 36).

À largeur égale et selon la quantité, le coût de cet escalier est souvent inférieur à celui des échelles en caoutchouc.

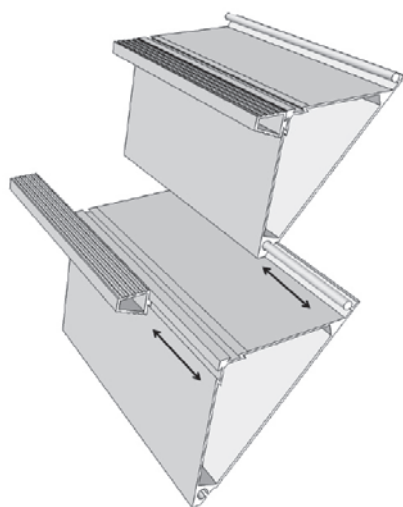


Figure 30. Principe de montage

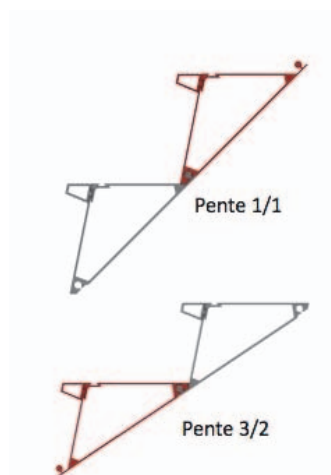


Figure 31. Schéma sur pentes à 45 et 33 degrés

5. Conclusions

Le raccordement de l'étanchéité aux ouvrages béton est souvent un point critique. Le profilé « I » notamment permet d'apporter une solution fiable et contrôlable.

Un lestage pérenne et performant limite sensiblement les sollicitations des géosynthétiques tout en apportant la sécurité.

De véritables échelles à rongeurs permettent aux animaux de pouvoir réellement s'extraire d'un ouvrage étanché par géomembrane : la faune et la géomembrane sont ainsi épargnées.

L'escalier de talus utilisé pour la maintenance ou en secours permet l'accessibilité des ouvrages en toute sécurité.

Remettre en cause certaines techniques et habitudes permettrait d'apporter plus de fiabilité et de sécurité à la plupart des ouvrages équipés ou non de géosynthétiques.

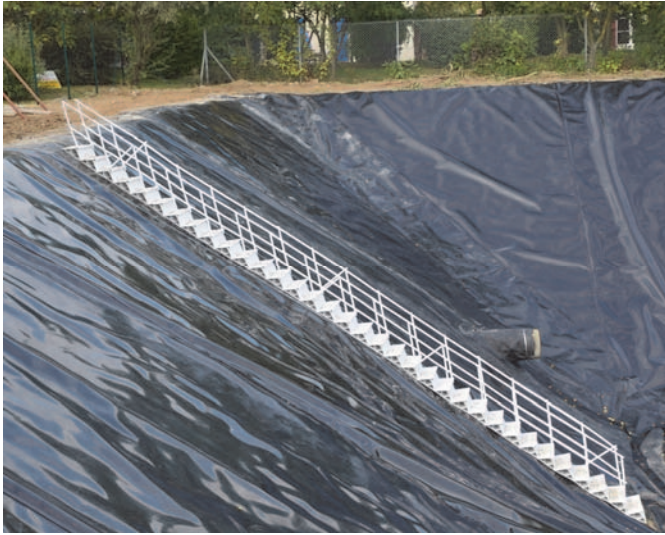


Figure 32. Escalier avec 2 mains courantes



Figure 33. Escalier avec 1 main courante



Figure 34. Escalier sur un site pétrolier



Figure 35. Escalier en utilisation provisoire



Figure 36. Accès pour l'entretien des voies SNCF – Marches de 2m de large