

OPTIMISATION DE LA DÉTECTION GÉO-ÉLECTRIQUE DE FUITES SUR ÉTANCHÉITÉ PAR L'UTILISATION D'UN GÉOCOMPOSITE CONDUCTEUR

OPTIMIZING THE DETECTION OF LEAKS IN GEOELECTRIC SEALING BY USING A CONDUCTIVE GEOCOMPOSITE

Mathilde RIOT¹, Vladimir NOSKO²

1 AFITEX, Champhol, France

2 SENSOR, Pezinok, Slovaquie

RÉSUMÉ – La performance des dispositifs d'étanchéité par géosynthétiques est directement liée à l'intégrité des matériaux utilisés. Limiter le débit de fuites de l'ouvrage exige un contrôle de la géomembrane y compris après sa mise en œuvre et son confinement éventuel. Cet article présente un géocomposite conducteur permettant de réaliser des contrôles géo-électriques de détection de fuites sur étanchéité. Associant la conduction électrique à la protection mécanique de la géomembrane, il peut également participer au drainage monodirectionnel grâce à l'utilisation de mini-drains permettant une sectorisation des fuites. Une étude de cas sur la réalisation et le contrôle d'étanchéité du bassin de Tianjin Xingang en Chine est également présentée.

Mots-clés : Contrôle, Etanchéité, Géomembrane, Détection de fuites, Géocomposite conducteur.

ABSTRACT – The efficiency of geosynthetic liner systems is related with the integrity of the material used. To limit the leakage, a control of the geomembrane is essential, even after the installation and the filling. This article presents a conductive geocomposite permitting geoelectrical control of leak detection on a geomembrane. This geocomposite is a combination of three functions, electrical conduction, mechanical protection and mono-directional drainage in case of mini-drains. A presentation of the leak detection control in the water pond of Tianjin Xingang in China is finally presented.

Keywords: Control, Watertightness, Geomembrane, Leak detection, Conductive geocomposite.

1. Introduction

Les Dispositifs d'Étanchéité par Géomembrane (DEG) sont souvent considérés comme totalement étanches. En réalité, malgré un contrôle systématique en usine, ils présentent des défauts dus à la mise en place du dispositif et à son recouvrement. Le sol support et les matériaux de recouvrement pouvant provoquer des percements de la géomembrane suite au passage d'engins par exemple. Dans un souci de préservation de l'environnement, et par respect des réglementations environnementales, il s'avère aujourd'hui indispensable d'étendre les contrôles qualités à la phase travaux, ainsi que durant toute la phase d'exploitation.

Un contrôle in situ de l'ensemble du DEG est alors nécessaire aux différentes étapes du chantier, (après mise en œuvre de la géomembrane et après recouvrement par des matériaux) pour garantir l'étanchéité de l'ouvrage. Dans cet article seule l'étape après mise en œuvre de la géomembrane sera abordée.

La prospection électrique de fuite est un des moyens les plus efficaces pour le contrôle après mise en œuvre de la géomembrane. L'objectif de ce contrôle est de vérifier l'intégrité du dispositif d'étanchéité active (géomembrane) avant la pose du matériau naturel de couverture. Le but est de localiser d'éventuelles détériorations c'est-à-dire des trous dans la géomembrane entraînant des fuites d'eau dans le sol sous-jacent. La membrane étant un isolant électrique, elle laisse passer le courant en cas de perforation. Ainsi, les zones de dommage peuvent être mises en évidence au moyen d'une méthode électrique.

Pour répondre à cette problématique, il a été développé grâce à un procédé breveté une gamme de géotextiles et géocomposites conducteurs pour garantir la diffusion du courant électrique sous la géomembrane quelle que soit le type de support (sol naturel, support synthétique, béton, etc.).

2. Principe de fonctionnement de la détection électrique

2.1 Principe général

Plusieurs dispositifs de contrôle existent, sur géomembrane confinée ou non. Ces contrôles sont basés sur la capacité de la géomembrane à isoler le courant électrique.

La détection de fuite se fait en mesurant une différence de potentiel entre un courant injecté sous l'étanchéité et un récepteur placé au-dessus. Cette différence de potentiel de part et d'autre de la géomembrane testée permet ensuite de localiser les endroits auxquels le courant électrique peut circuler à travers les défauts de la géomembrane (CFG, 2003).

2.2. Méthode du balai électrique sur géomembrane apparente

2.2.1. Principe de fonctionnement

Le testeur électromagnétique à haute tension, encore appelé balai électrique, est utilisé pour détecter les défauts sur une géomembrane non recouverte.

Le contrôle consiste à imposer une différence de potentiel entre le sol sous la géomembrane et le balai électrique. La géomembrane étant un isolant électrique, si elle présente un défaut, le courant passe à travers celle-ci et crée un arc de courant permettant de le localiser (cf. figures 1 et 2). L'opérateur marque alors l'emplacement directement sur la géomembrane afin d'effectuer les réparations.

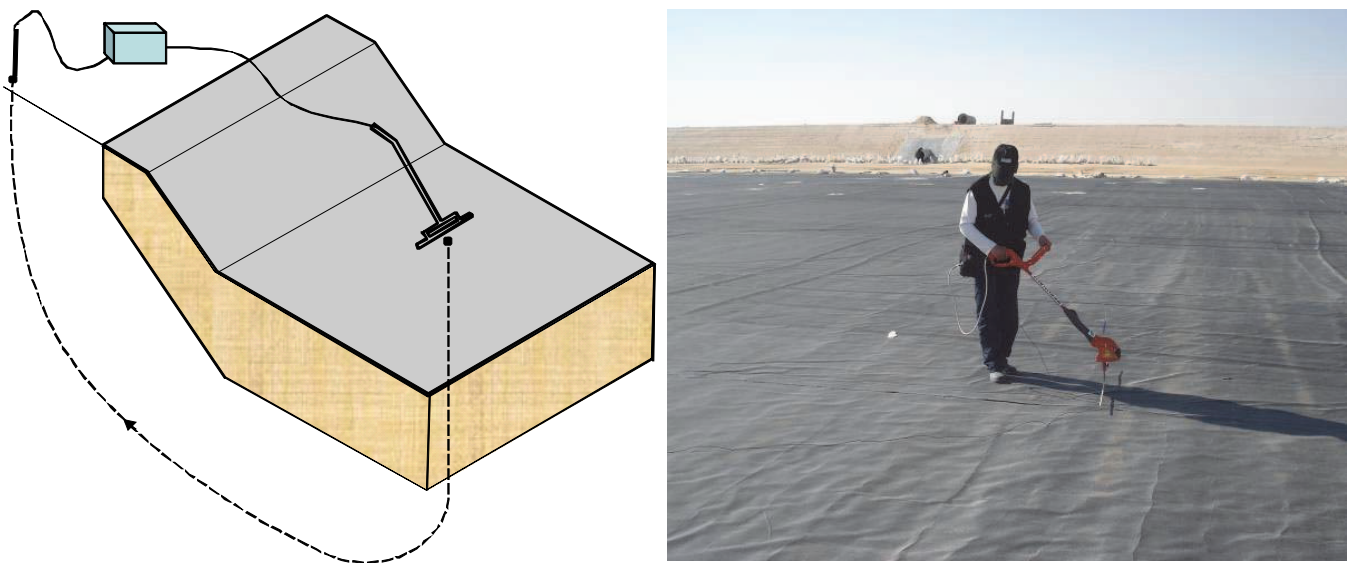


Figure 1. Principe du contrôle électrique de fuite sur géomembrane apparente.

Le contrôle électrique de fuites nécessite d'avoir un sol suffisamment conducteur et homogène pour conduire le courant sous l'ensemble de la surface de la géomembrane. C'est le cas de la plupart des sols argileux qui contiennent toujours de l'eau (notamment entre les feuillets d'argiles ce qui donne au sol sa cohésion). En revanche, dans le cas de sol pulvérulents ou de matériaux synthétiques, il faut s'assurer que le support est conducteur ou mettre en œuvre un géosynthétique conducteur entre le support et la géomembrane.

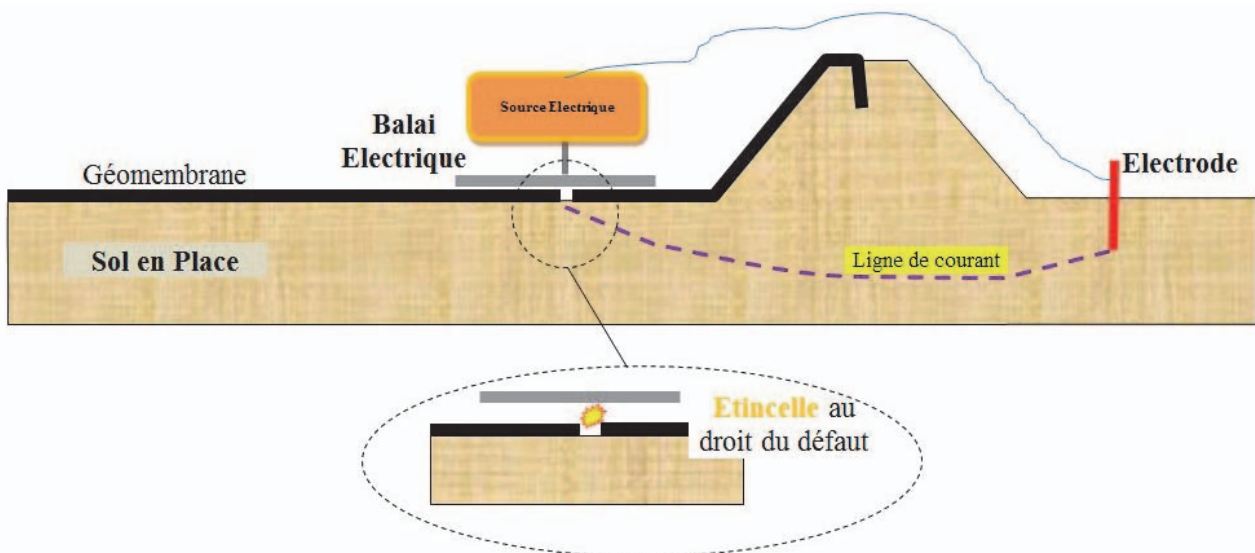


Figure 2. Schéma de principe du contrôle électrique de fuite.

2.2.2. Domaine d'application

Le contrôle électrique s'applique à toutes les géomembranes non conductrices (Guide CFG, 2003).

- PP-F : Polypropylène flexible, moyenne et basse densité;
- PE-F : Polyéthylène flexible, moyenne et basse densité;
- PeHD : Polyéthylène haute densité;
- PVC-P : Polychlorure de vinyle plastifié;
- Membranes bitumineuses.

Cette technique est utilisée dans de nombreux domaines de la construction et notamment ceux présentant une sensibilité élevée aux risques environnementaux (alvéoles d'Installations de Stockages de Déchets, bassins, plateformes de stockages, canaux, etc.).

La technique est aussi réalisable dans les ouvrages constitués d'un système à double étanchéité, si un géosynthétique conducteur est intercalé entre les deux géomembranes (Jacquelin, 2010).

2.2.3. Limites d'utilisation du dispositif et solution géotextile

Dans le cas d'un sol humide, la conduction du courant électrique de part et d'autre de la géomembrane se fait naturellement via l'eau présente dans le sol. Cependant, en présence d'un sol sec, le dispositif ne fonctionne plus.

La mise en place d'un géotextile conducteur sous la géomembrane permet de s'affranchir du taux d'humidité dans le sol support. Ce géotextile conducteur ayant aussi la fonction de protection mécanique de la géomembrane.

2.3. Méthode du balai électrique sur géomembrane apparente avec géotextile conducteur

2.3.1. Positionnement du géotextile conducteur dans le dispositif

Dans le cas de mise en œuvre d'un DEG sur un sol agressif mécaniquement, la géomembrane est protégée du sol support par un géotextile anti-poinçonnant, cette protection peut être complétée par un dispositif de drainage et de filtration en cas de venues d'eau sous la géomembrane.

Ce type de support est généralement peu conducteur ou peu homogène (roches, matériaux granulaires grossiers, matériaux de remblais, ...) et présente des risques d'endommagement de la géomembrane.

Le géocomposite conducteur et/ou drainant remplace dans ce cas le géotextile anti-poinçonnant et le dispositif de drainage et filtration éventuel en offrant la fonction conductrice pour garantir la diffusion du courant électrique sous la géomembrane. La conductivité électrique est ainsi uniformément répartie sous l'ensemble du DEG.

2.3.2. Étapes de la détection avec le géotextile conducteur

La technique de détection se déroule en plusieurs étapes : mise en place de la double étanchéité intercalée du géotextile conducteur en fond de bassin, recherche des fuites par le déplacement du balai électrique sur un maillage de prospection, marquage sur le terrain des zones suspectes, réparation des fuites, seconde prospection sur les zones de réparation, acceptation et rapport final.

Le matériel nécessaire pour ce type de détection de fuite se résume à une alimentation de courant électrique continu (type batterie), reliée d'une part par un fil électrique à une électrode enfouie dans le sol en périphérie du dispositif d'étanchéité et d'autre part par un fil électrique à un balai électrique.

La détection de fuite se fait de manière simple, par la mise en évidence d'une étincelle à la surface de la géomembrane. Ce phénomène se produit même en présence d'un trou millimétrique. L'étincelle marque alors la position exacte du défaut de la géomembrane.

2.3.3. Intérêt de la fonction drainante associée du géocomposite conducteur

Le géocomposite conducteur présente en plus de l'association géotextiles et grille conductrice, un réseau de mini-drains permettant un drainage monodirectionnel des fluides. Ce géocomposite peut s'utiliser en détection de fuite par sectorisation. En effet, une sectorisation du bassin en différentes zones drainées par des mini-drains distincts permet d'identifier au préalable un secteur réduit où le processus de détection électrique pourra ensuite être mis en œuvre pour une détection plus précise.

Ce processus permet de réduire le temps de fuite à travers l'étanchéité d'un ouvrage, la présence et la localisation grossière du ou des défauts étant effectuée en amont de l'intervention de détection électrique. Les pollutions du sol support dus à la fuite sont ainsi limitées.

3. Présentation du géotextile conducteur

3.1. Description du géotextile conducteur

Le géotextile conducteur est composé de deux types d'éléments :

- deux géotextiles de 130 g/m² ;
- une grille conductrice.

Les composants sont assemblés entre eux par aiguilletage en usine.

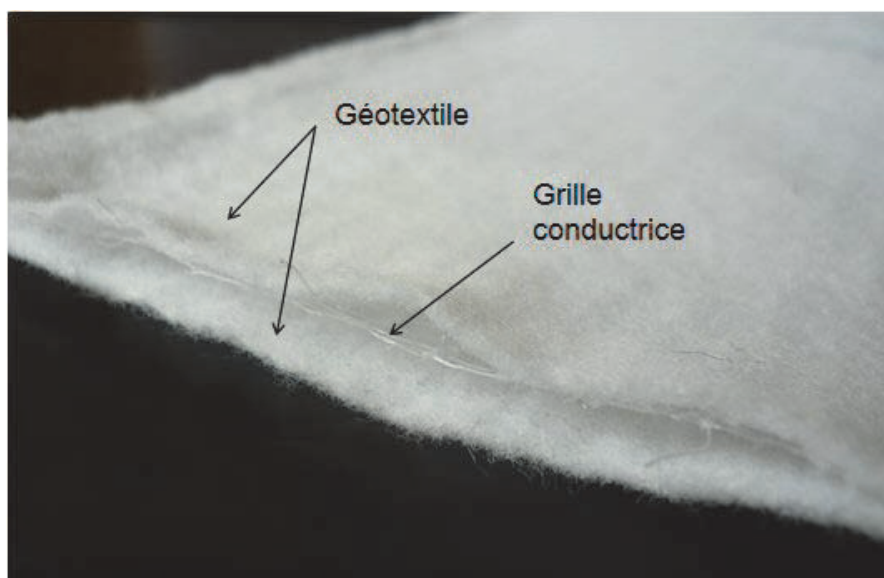


Figure 3. Géotextile conducteur.

3.1.1. Description du géotextile

Les deux géotextiles qui entrent dans la composition du géocomposite conducteur sont des géotextiles de 130 g/m² qui jouent le rôle de filtre et d'anti-poinçonnant (figure 3).

Ces filtres sont constitués de fibres nobles en polypropylène et ils sont non tissés et aiguilletés en usine.

Des géotextiles avec des grammages plus importants peuvent être utilisés en fonction des contraintes mécaniques du projet.

3.1.2. Description de la grille conductrice

La grille conductrice pour détection de fuite est composée d'une structure maillée en fils de polyéthylène de 3mm x 7mm, associé à un fil en inox conducteur de maillage 5 cm x 5cm (figure 4).

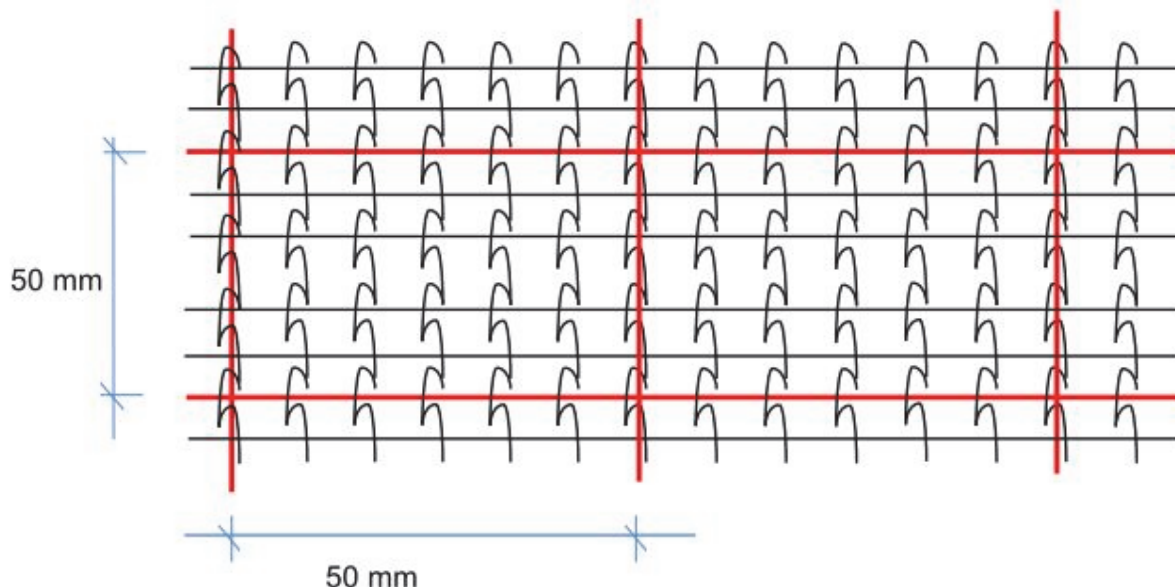


Figure 4. Structure de la grille conductrice.

Cette grille est adaptée aux systèmes électriques de détection de fuites dans les dispositifs d'étanchéité par géosynthétiques dans le cas de la détection de fuite avant recouvrement.

Elle favorise la propagation du courant sous une géomembrane lorsque celle-ci est percée et facilite ainsi la localisation des perturbations du champ électrique de détection, et donc la localisation de la fuite en elle-même. Elle s'adapte également dans un complexe drainant et anti-poinçonnant pour créer un géocomposite multifonction.

4. Protocole de détection de fuite sur le bassin de Tianjin Xinjan en Chine

4.1. Contexte du projet

La ville de Tianjin Xinjan en Chine a réalisé un bassin de récupération des eaux de pluie de 11 700 m² dans une zone proche d'un lagon à préserver. Le bassin est protégé par une double étanchéité de deux géomembranes d'épaisseur 1,5 mm. Un géotextile conducteur a été intercalé entre les deux géomembranes afin de détecter les défauts éventuels de la géomembrane supérieure puisque celle-ci n'est pas en contact avec un sol support conducteur (figure 5).

4.2. Résultats de la détection

La détection de fuite s'est déroulée sans disfonctionnement et un nombre négligeable de défauts ont été détectés dans la géomembrane. L'utilisation du géotextile conducteur pour la détection de fuite est donc un procédé intéressant à mettre en œuvre pour une vérification rapide et sûre des défauts de mise en œuvre de la géomembrane. Les défauts ont ensuite été réparés avec des patchs puis une seconde détection a permis de valider la réparation (figure 6).



Figure 5. Vue du bassin de Tianjin Xinjan (Chine) en chantier.



Figure 6. Second passage du balai après réparation.

4.3. Mise en évidence des limites du dispositif

La détection électrique de fuite par la méthode du balai électrique présente cependant une difficulté d'application lorsque la géomembrane n'est pas lisse et propre. En effet, le balai électrique doit être parfaitement en contact avec la géomembrane en tout points. Si le balai électrique ne touche pas la géomembrane sur l'ensemble de sa largeur, la détection est moins précise et peut nécessiter alors plusieurs balayages. Il en est de même lorsque la géomembrane est sale, les impuretés venant parasiter le dispositif de conduction du courant (figure 7).



Figure 7. Limites du dispositif.

5. Conclusion

La mise en place d'un géotextile conducteur améliore la diffusion du courant électrique sous la géomembrane quelle que soit le type de support et permet de s'affranchir d'une étude sur la conductivité et l'homogénéité du support. Il confère de plus la fonction d'anti-poinçonnement et de protection mécanique de la géomembrane. Ce dispositif permet d'optimiser la détection électrique de fuite par balai électrique sur géomembrane apparente. Les défauts de la géomembrane engendrés lors de sa mise en œuvre sur le bassin sont ainsi mis en évidence et peuvent être réparés avant remplissage. Le contrôle réalisé dans le bassin de récupération des eaux de pluies de Tianjin Xinjan en Chine a permis de détecter les quelques défauts de la géomembrane qui se sont produits lors de sa mise en œuvre. La mise en route du bassin s'est ensuite déroulée sans fuite.

Pour les bassins de très grande surface, le dispositif de conduction électrique peut être associé à une sectorisation des fuites pour cibler plus rapidement la zone défectueuse. Le géocomposite conducteur utilisé se compose d'une grille conductrice placée entre deux géotextiles associé à des mini-drains qui permettent un drainage monodirectionnel pour une détection de fuite ciblée.

6. Références bibliographiques

- CFG (2003). Présentation de méthodes de détection et de localisation de défauts dans les dispositifs d'étanchéité par géomembranes. Version n°6. 44 pages
- Jacquelin T. (2010). Détection de fuites sur géomembrane – Méthode du dipôle – Manuel de l'opérateur. 5, 24-26.