

DRAINAGE ET RENFORCEMENT PAR GÉOSYNTHÉTIQUES SUR SOL COMPRESSIBLE

DRAINAGE AND REINFORCEMENT USING GEOSYNTHETICS ON COMPRESSIBLE SOILS

Mossedek KHELIFI, Messaoud ZERMANI
Afitex Algérie, Alger, Algérie.

RÉSUMÉ – Cette étude porte sur la réalisation de la Ligne Ferroviaire à voie unique, reliant les localités de Relizane à Tissemsilt via Tiaret sur un linéaire de 185 km.

Le premier tronçon du projet (section A) se situe dans une zone de cultures aux alentours de la ville de Relizane, très plate, et en présence de cours d'eaux. Dans toute cette zone, l'eau de pluie tout comme les eaux en provenance du débordement de l'Oued Bousslite s'accumule sur des terrains imperméables et compressibles.

Les solutions de renforcement des remblais sur sol compressible par des nappes géosynthétiques, soit positionnées seules à la base du remblai, ou associées à un réseau de pieux, représentent une alternative économiquement et techniquement intéressante. Des exemples d'ouvrages de référence (instrumentés ou non) sont présentés dans cette étude. Différents modes de pose du géotextile sont évoqués.

Mots clés : Remblai, sol compressible, renforcement, géosynthétique, pieu.

ABSTRACT – This paper concerns the construction of a 185 km long single track railway line in Algeria, connecting the areas of Relizane and Tissemsilt via Tiaret.

The first section (Section A) is located in a farming area around the city of Relizane, very flat, with rivers. In this area, rainwater, like waters coming from Oued Bousslite overflows, accumulates on impermeable lands.

Solutions to strengthen embankments on compressible soil by using geosynthetic layers, either put separately on the base of the embankment, or combined with a network of piles, representing an interesting alternative from an economic and technical point of view. Reference works (whether instrumented or not) are presented herein. Various ways of geotextile installation are referred to.

Key words: Embankment, compressible soil, reinforcement, geosynthetic, pile.

1. Introduction

La construction de remblais sur sols potentiellement inondables (zones marécageuses) constitue un enjeu majeur. Dans ce contexte, l'utilisation de nappes géosynthétiques pour améliorer la stabilité de ces remblais est une des techniques de renforcement de sol, parmi les plus efficaces et largement approuvée. (Otani et Palmeira, 2001).

Dans le cadre de ce projet illustré sur les figures 1 et 2, les sols ont une très faible portance et posent de réels problèmes pour la construction des ouvrages de génie civil (tassements différentiels importants).

Le sol en place présente de très fortes teneurs en eau. L'objectif de l'utilisation du géosynthétique de renforcement en base de remblai était de limiter les épaisseurs de couche de forme et d'éviter une substitution des matériaux du sol, permettra d'améliorer les conditions de stabilité

La solution choisie est une géogrille associée à un géotextile de séparation à la base de la couche de forme, la géogrille étant placée dans le matériau granulaire de la couche de forme et le géotextile à la base du terrassement.



Figure 1 Plan de situation du Projet

Le tracé en remblai parcourt deux zones formées par des terrains très peu perméables, potentiellement inondables et sur lesquelles l'eau s'accumule en cas de débordement de l'oued Boussilte et en cas de fortes pluies.

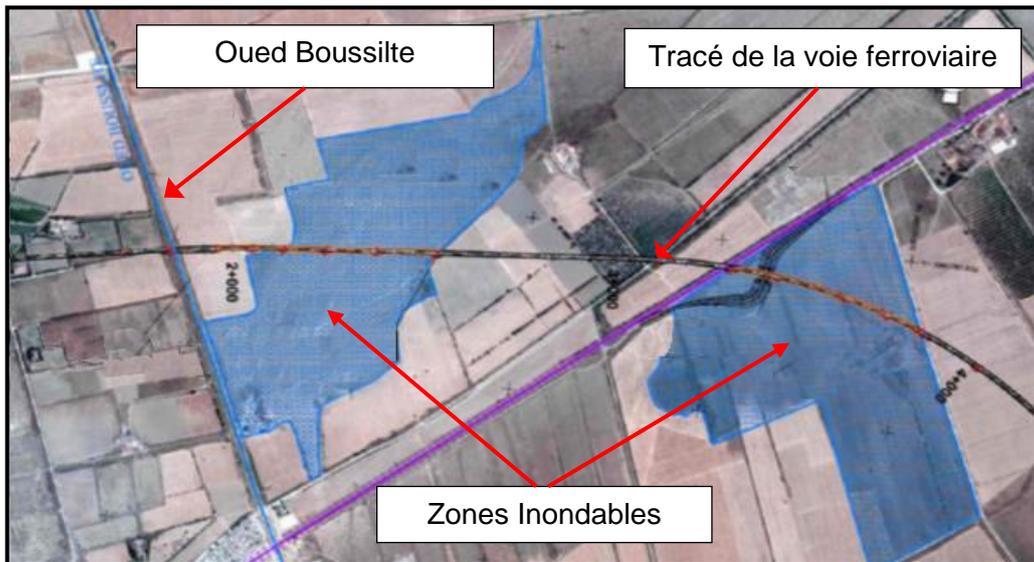


Figure 2. Vue en plan de la zone traitée

2. Classification de la qualité des sols

Dans le cadre de ce projet, l'épaisseur et la nature de la couche d'assise et des couches inférieures (couche de forme et plateforme) dépendent :

- des caractéristiques intrinsèques des sols,
- des conditions climatiques du site,
- des caractéristiques hydrogéologique et hydraulique de site.

Dans le cadre de ce projet, deux sols seront cités plus loin (tableau 1)

Tableau 1. Qualité des sols

Classification des sols (Identification géotechnique)	Classe de qualité des sols
<ul style="list-style-type: none"> Sols argileux comportant plus de 40% de fines. Indice CBR <3. 	<p>QS1 Sols médiocres</p>
<ul style="list-style-type: none"> Sols comportant moins de 5 % de fines Roches granulaires dures Par exemple : $LA \leq 30$ et indice $CBR > 10$. 	<p>QS3 Bons sols</p>

3. Phases de mise en œuvre de la section réalisée

- Décaissement/décapage des couches superficielles médiocres sur une profondeur minimale de 0.5 m.
- Installation de la géogridde de renforcement.
- Mise en place d'un Géotextile de séparation et filtration de masse surfacique de 300 g/m².
- Mise en place du remblai avec matériau type QS3 (*UIC 719 Méthode de classification des sols pour projets ferroviaires*) sur une épaisseur minimale de 0,5 m.
- Mise en place d'une couche drainante, remblai en pierres taille max (100 – 150 mm) matériaux classe QS 3 destiné pour un sol compact constitué de matériaux graveleux insensible à l'eau (pourcentage de fines inférieure 5 %) type de matériaux recommandés pour les zones inondables. Cette couche en pierres d'une hauteur de 0,4 m au-dessus du terrain naturel permet à la plateforme d'être située au-dessus de la lame d'eau en cas d'inondation.
- Le remblai en pierres doit être couvert par un géotextile anti-contaminant de masse surfacique 150 g/m² empêchant la contamination par les fines des couches supérieures.
- Mise en place de la partie supérieure de terrassement avec matériau de remblai type QS 1 (*UIC 719*) qui forme la plateforme d'une hauteur 1m.
- Mise en place de la couche d'assise.

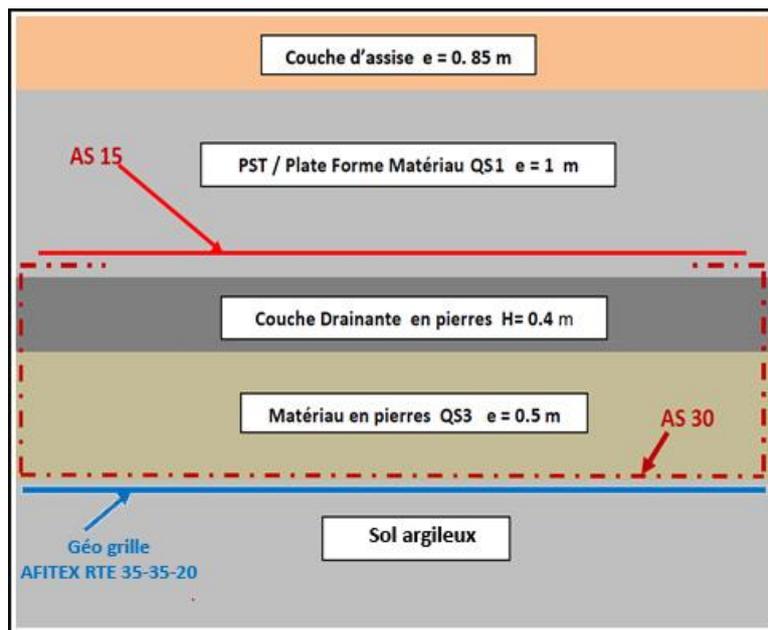


Figure 3. Schéma détaillé de la section

3.1 Décapage des couches superficielles médiocres

Les zones potentiellement inondables) ont été détectées, la purge de la terre végétale (figure 4), sur une épaisseur minimale de 0,5 m.



Figure 4. Travaux initiaux décapage de la terre argileuse

3.2 Installation de la géogridde de renforcement

La géogridde de renfort, 100% Polyester (PET) avec enduction polymérique (EVA) (figure 5), a comme caractéristiques :

- Résistance à la traction 35 kN/m .
- Résistance à la traction 02 % de déformation 8 K
- N/m.
- Déformation à la force maximale 10 %
- Arrêté de la maille de la grille 25 mm
- Masse unitaire 135 g/m²
- Épaisseur de la grille 1,2 mm.

Le choix de cette géogridde a été fait selon les recommandations de Hufemusa et al. (2005), selon laquelle le renforcement est efficace quand l'indice CBR ≤ 3 , la résistance à la traction à 2 % est ≥ 8 kN/m et la hauteur $h < 5$ mètres.

L'objectif de l'utilisation de la géogridde étant l'amélioration de la sous-couche de faible capacité portante, il est nécessaire d'améliorer la sous-couche pour soutenir le ballast de manière efficace.

L'introduction du renforcement par la géogridde a permis la réduction de l'épaisseur du matériau excavé (limité pour notre cas à 0,5m) et apporter moins de matériaux granulaires de type QS 3 (0,5m).

3.3 Le géotextile de séparation et filtration de masse surfacique de 300 g/m²

Le géotextile mis en œuvre sur la géogridde (figure 5) a été choisi par ses caractéristiques hydrauliques (perméabilité, ouverture de filtration), par rapport au sol en amont (Lambert, 2010).

Ses caractéristiques mécaniques et hydrauliques sont indiquées dans le tableau 2.

Tableau 2. Caractéristiques du géotextile 300g/m²

Propriétés	unités	Norme	Géotextile 300 g/m ²
Épaisseur sous 2 kPa	mm	EN ISO 9863-1	1,60
Résistance à la traction	SP	EN ISO 10319	20
	ST		25
Résistance au poinçonnement Indice CBR	kN	EN ISO 12236	3,40
Perméabilité normal au plan	m/s	EN ISO 11058	0,040
Ouverture de filtration	µm	EN ISO 12956	65



Figure 5 Mise en œuvre de la géogridde et du géotextile 300 g /m²

3.4. Couche de remblai

Mise en place du remblai avec matériau type QS 3 sur une épaisseur minimale de 500 mm. Ce remblai de matériau granulaire de qualité QS3 a un pourcentage de fines de 40 % (Figure 6), la granulométrie étant de 0 à 100 mm.



Figure 6. Mise en place du matériau en pierres QS 3 d'épaisseur 500 mm.

3.5 Couche drainante en pierres

La hauteur de la couche de pierres est de 400 mm (Figure 7) au-dessus du terrain naturel. Cette hauteur permet que la plate-forme se situe en dessus de la lame d'eau de l'inondation. En ce qui concerne le matériau du remblai en pierres, le matériau utilisé répond aux exigences suivantes :

- ✓ Matériau rocheux non sensible à l'eau de classe QS3.
- ✓ Perte de poids égale ou inférieure à 2 %.
- ✓ Coefficient Los Angeles (LA) ≤ 30 %.
- ✓ Taille maximale entre 100 et 150 mm.

Ce remblai sera couvert par un géotextile de 150 g/m².



Figure 7. Couche de remblai en pierre matériau QS 3, d'épaisseur 400 mm.

3.6 Le géotextile de séparation et filtration de masse surfacique de 150 g/m²

Le remblai en pierres doit être couvert par Géotextile anti-contaminant, le choix d'une masse surfacique minimale de 150 g/m², c'était juste pour empêcher la contamination par les fines des couches supérieures, Les caractéristiques mécaniques et hydrauliques sont définies au tableau 3.

Tableau 3. Caractéristiques du géotextile.

Propriétés	Unités	Norme	Géotextile 150 g/m ²
Épaisseur sous 2 kPa	mm	EN ISO 9863-1	0,8
Résistance à la traction			
SP	kN/m	EN ISO 10319	10
ST	kN/m		12
Résistance au poinçonnement	kN	EN ISO 12236	1,70
Indice CBR			
Perméabilité normal au plan	m/s	EN ISO 11058	0,065
Ouverture de filtration	µm	EN ISO 12956	90

3.7 Mise en place matériau de remblai type QS 1

Sur le géotextile 150 g/m², il a été procédé à la mise en place de la partie supérieure de terrassement avec matériau de remblai type QS 1, qui forme une plate-forme d'une hauteur de 1m. Ce sol comporte de 15 à 40 % de fines (figure 8).



Figure 8. Mise en œuvre de la partie supérieure des terrassements PST

3.8 Mise en place de la couche d'assise.

La couche d'assise (figure 9) a pour rôles :

- l'amortissement des vibrations importantes provenant du contact avec les rails.
- la répartition des charges provenant des traverses d'une manière presque uniforme sur la plateforme.

Elle est constituée de grave propre bien graduée (0/31,5).



Figure 9. Réalisation de la couche d'assise en grave (0/31,5).

4. Conclusion

Lors de la construction de remblais sur sols mous et/ou compressibles, on peut observer :

- des problèmes de stabilité générale du remblai dus aux faibles caractéristiques mécaniques du support ;
- des problèmes de tassements du remblai dus à la consolidation des sols sous-jacents.

Dans ce contexte, l'utilisation de nappes géosynthétiques pour améliorer la stabilité de ces remblais est une des techniques de renforcement de sol parmi les plus efficaces et largement approuvée.

5. Références bibliographiques

- Otani J., Palmeira E.M. (2001). *Géosynthétiques dans les remblais sur sols compressibles.*
- Briançon L., Delmas P. (2013). *Apport du renforcement géosynthétique dans les remblais fondés sur inclusion rigides des sols classés.*
- Norme UIC 719(1994). *Ouvrages en terre et couches d'assise ferroviaires,*
SNCF(1996). *Dimensionnement des structures d'assise pour la construction et la réfection des voies ferrées.*
- CFG (2015). *Revue Le Moniteur.*
- Hufemusa R. et al. (2005). *Experience: full-scale field tests on geosynthetic reinforced unpaved roads on soft soils.*
- Lambert S. (2010). *Les géotextiles : fonctions, caractéristiques et dimensionnement.*