
La liaison M'Sila - Boussaada en traversant le Chott El Hodna - Algérie

Construction d'une route sur un sol de mauvaise portance par la technique des géosynthétiques

Rabah Arab* - Messaoud Zermani - Mohamed Guagui*****

*AFITEX France, 13 -15 rue Louis Blériot Champhol F28300, rabah.arab@afitex.com

**AFITEX Algérie Spa, cité des Castors villa N°. 150 C Bordj El Kiffan Algérie, zermanimes@yahoo.fr

*** DTP de M'Sila

RÉSUMÉ. Le projet consiste en la réalisation d'une route reliant le village de M'Cif à Boussaada en traversant le chott d'El Hodna. Le site est connu pour sa situation immergé pendant huit mois sur douze, sa sensibilité et son sol de fondation de faible portance. La solution préconisée initialement consiste en la substitution du sol en place par une couche de sol porteuse sur une épaisseur de 2m et sur toute la longueur du projet, soit 16 km. Après reprise du dossier et des investigations géotechniques complémentaires, la solution retenue par la maîtrise d'œuvre est le traitement du remblai par technique géosynthétique. Dans notre communication, nous présenterons le contexte géotechnique et hydrogéologique du projet, les solutions préconisées et celle arrêtée et mises en œuvre.

ABSTRACT. The project consists of the realization of a road connecting the village of M'Cif with Boussaada by crossing the chott of El Hodna. The site is known for its situation immersed during eight month out of twelve, its sensibility and its weak resistance foundation ground. The solution recommended initially consisted in operating a layer of coarse material on a thickness of 2.00 m on all the length of the project, which represents 16 km. After resumption of the project file and additional geotechnical investigations, the solution adopted by the design office is the use of geosynthetics. In our communication, we will present the hydro geotechnical context of the project, the geosynthetic solutions putted into place as well as the design.

MOTS-CLÉS: Remblai, Renforcement, Séparation, Géotextile, Géogrille

KEYWORDS: Embankment, Reinforcement, Separation, Geotextile, Geogrid

1. Introduction

Le projet consiste en la construction d'une route reliant les deux villages de Ain Khedra et M'Cif. Il est situé dans la région des hauts plateaux à l'est d'Algérie dans la wilaya de M'Sila. Cette route permettra de réduire la distance actuelle entre les deux villages de 70 km à 16 km. La route projetée traverse le chott d'El Hodna pour le diviser en deux parties sur un linéaire de 11 km (cf. figure 1).



Figure 1. Tracée de la route entre M'Cif et Ain El Khadra

Le projet est caractérisé par sa situation immergée huit mois sur douze avec une lame d'eau qui peut atteindre 0,5 m en hiver et la faible portance du sol support et des couches sous jacentes (cf. figure 2a et b).



Figure 2. Etat de la surface du sol (a) et puits de reconnaissance (b)

La solution préconisée initialement consiste en la reconstitution de la couche de sol porteuse sur une épaisseur de 2,0 m et sur la totalité de la longueur du projet, avec un matériau d'apport de bonnes caractéristiques mécaniques. Cette solution présente un certains nombre d'inconvénients, notamment :

- La difficulté d'exécuter les terrassements dans une zone immergée à faible portance ;
- La difficulté de trouver les matériaux d'apport en qualité et en quantité ;
- Le risque de tassement différentiel
- Le cout excessif de la solution.

2. Contexte hydrologique et géotechnique

Le bassin du Chott El Hodna situé à l'extrême Est des hauts plateaux s'étend sur 220 km de long et 90 km de large. Du point de vue hydrologique, c'est un bassin fermé de plus 26.000 km². La route projetée coupe le chott de M'Cif à Ain El Khadra en deux parties (cf. figure 3).

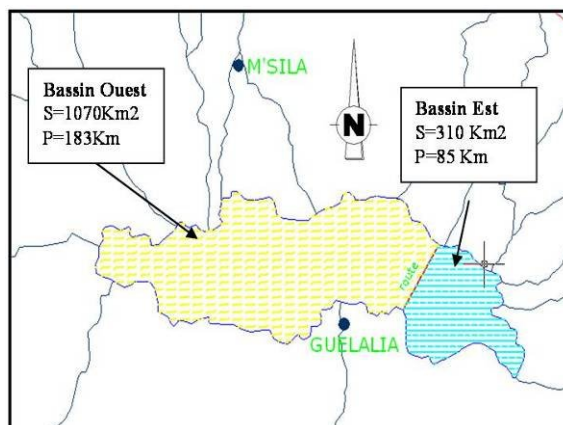


Figure 3. Les deux bassins formés par le tracé de la future route

L'ensemble des investigations géotechniques menées sur le tracé ont révélé une inhomogénéité des couches de sols sous jacentes en profondeur et sur le profil en long de la future route. Globalement, la stratigraphie depuis la surface est la suivante :

- Des dépôts de vase et des traces de terre végétale d'épaisseur 0,2 à 0,4 m ;
- Une couche d'argile de couleur brune à brunâtre d'épaisseur variable de 4,5 m à 6,5 m ;

– Au-delà de cette profondeur, les sondages ont permis d'identifier dans certains sondages localement des sables argileux, des limons sableux et des argiles gypsifères. Sur le reste du tracé, on retrouve une couche d'argile de couleur grise d'épaisseur variable de 3,5 m à 5,5 m ;

– Au-delà de 8 à 10 de profondeur, on rencontre principalement des limons sableux et des argiles gypsifères.

Sur la figure 4, nous montrons les carottes récupérées pour les besoins des essais de laboratoires. Les caractéristiques des différentes couches sont résumées dans le tableau 1.



Figure 4. *Récupérations à partir des sondages carottés*

Couches	Paramètres			
	γ (kN/m ³)	I_p (%)	C_u (kPa)	ϕ_u (°)
Argile brune à brunâtre	18,8 - 19,5	29 - 39	9 - 36	6 - 14
Limons sableux	21,3 - 21,8	15 - 20	52 - 82	3 - 23
Argile gypsifère	19,2 - 19,7	38 - 41	9 - 19	2 - 4

Tableau 1. *Caractéristiques des couches sous jacentes*

Les calculs de stabilité du remblai ont été menées en considérant pour les sols en place un poids volumique de 20kN/m³ et une cohésion non drainée c_u de 9 kPa.

3. Historique du chantier et déroulement des travaux

Après acceptation et validation par la maîtrise d'œuvre et la maîtrise d'ouvrage de la solution intégrant les géosynthétiques, une planche d'essai a été réalisée en septembre 2005 en présence de tous les acteurs du projet. Le but de la planche d'essai est de montrer d'une part à l'entreprise la mise en œuvre des produits géosynthétiques et d'autre part de vérifier sur site l'efficacité du procédé (cf. figure 5).



Figure 5. *Mise en place du géotextile et de la géogrille*

La figure 6 illustre les difficultés de circulation et d'exécution des travaux sans la mise en place d'un géotextile de filtration/séparation.



Figure 6. *Difficultés de mise en place de la première couche sans géotextile*

Après l'exécution de la planche d'essai, l'entreprise a démarré les travaux, cependant la solution adoptée est la mise en œuvre de la géogrille uniquement. Suite à une visite du chantier par l'administration centrale en 2005, il a été décidé d'arrêter les travaux, de lancer des études géotechniques complémentaires et de résilier le contrat avec l'entreprise présente sur le site. Au moment de l'arrêt des travaux,

l'entreprise avait déjà réalisé un remblai d'une hauteur de 0,6 m sur un linéaire de 1,5 km environ. Lors des investigations géotechniques complémentaires durant l'année 2007, le remblai en place est utilisé comme piste d'accès aux machines de forage. Il a été réalisé le long des 1,5 km, 5 sondages carottés de 15 m de profondeur et deux essais au pénétromètre statique (cf. figure 7). Cette étude a confirmé les études antérieures. Il a été observé lors des investigations géotechniques que la géogrille deux après sa mise en œuvre est en bonne état. Elle ne présente ni de rupture structurelle ni de dégradation due à l'action du sel et de l'eau.



Figure 7. Reprise des essais de reconnaissance géotechnique en 2007

Après les investigations géotechniques complémentaires, la maîtrise d'œuvre a repris le dossier en validant définitivement la solution intégrant les géosynthétiques. La solution (cf. figure 8) consiste à mettre en œuvre :

- Un géotextile de séparation/filtration entre le sol support et les matériaux d'apport ;
- Une couche de matériaux de remblai de 30 cm d'épaisseur ;
- Une géogrille de renforcement bidirectionnelle ;
- Un réseau d'assainissement et de drainage constitué par des tubes en PEHD de diamètre 1000 mm, pour assurer la continuité des écoulements naturels entre les deux parties du chott ;
- Une protection des talus du remblai routier constituée par un géotextile de séparation/filtration posée directement sur les talus et une carapace d'enrochement.

Vue la faible portance du sol support et la présence d'eau en surface, la maîtrise d'œuvre a décidé de mener les reconnaissances géotechniques parallèlement à l'avancement du remblai en utilisant les deux premières couches renforcées de ce dernier comme piste d'accès. Le renforcement peut être modifié à la lumière des résultats des reconnaissances géotechniques pour améliorer la portance et la qualité de compactage.

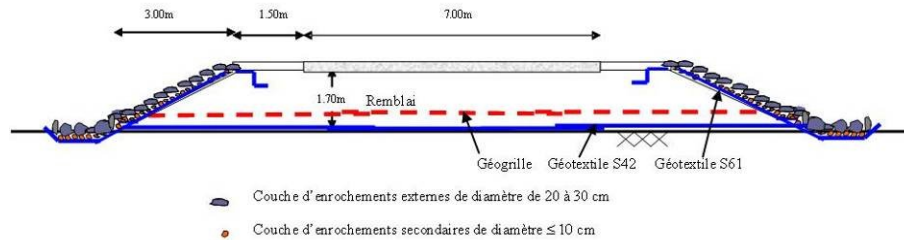


Figure 8. Conception du remblai intégrant les géosynthétiques

La continuité hydraulique entre les deux bassins formés par la route est assurée à l'aide de conduites en PolyEthylène Haute Densité (PEHD) de diamètre 1000 mm (cf. figure 9). Le choix s'est porté sur du PEHD à cause de la forte agressivité du sol marqué par la présence de sel d'une part et de la déformabilité du sol support d'autre part.

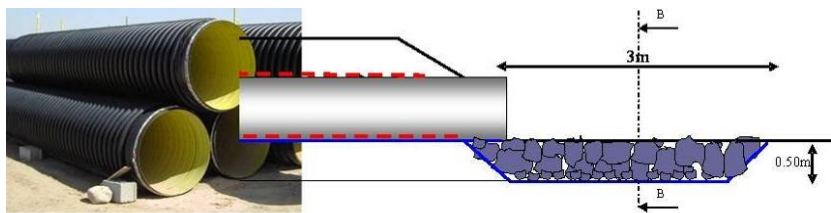


Figure 9. Détail de conception des conduites en PEHD

Les travaux ont repris au courant du mois de juillet de l'année 2008. L'entreprise retenue a mis en œuvre toutes les solutions définies par la maîtrise d'œuvre dans le Cahier des Prescriptions Spéciales (CPS). Sur les figures 10 et 11 sont montrée respectivement l'installation du géotextile et de la géogrille.



Figure10. Mise en place du géotextile



Figure11. *Mise en place de la géogridde*

La mise en place des conduites PEHD et le traitement des talus du remblai sont illustrés sur les figures 12 a et 12 b.



Figure12. *Mise en place des conduites PEHD (a) et protection des talus (b)*

5. Conclusion

Le projet de la Sebkhia du Chott El Hodna est une première en Algérie. L'utilisation des géosynthétiques a permis de construire le remblai dans un contexte hydrogéotechnique particulièrement difficile où les méthodes traditionnelles sont très difficiles voire impossibles à mettre en œuvre à cause de la présence d'eau et de sols de fondations de faible portance.

La technique adoptée a permis de palier à de nombreuses difficultés. En effet, en optant pour l'utilisation des géosynthétiques de qualité (certifiés Asqual) correctement dimensionnés, la maîtrise d'œuvre a solutionné la pénurie de la ressource naturelle en granulats en évitant un mouvement des terres supplémentaires de près de 750000 m³ ; et donc des délais de réalisation réduits, un trafic poids lourd limité et une préservation de la ressource naturelle en granulats.

6. Bibliographie

Recommandations pour l'emploi des géotextiles et produits apparentés – Détermination des caractéristiques hydrauliques et mise en œuvre des géotextiles et produits apparentés utilisés dans les systèmes de drainage et de filtration. , *AFNOR- Norme G38-061*, février 1993

Réalisation des remblais et des couches de forme, *SETRA- LCPC*, septembre 2002 (2 fascicules)