

## ROUTES ET GLISSEMENTS DE TERRAINS - APPORTS DES GÉOSYNTHÉTIQUES

### ROADS AND LANDSLIDES – CONTRIBUTIONS OF GEOSYNTHETICS

Rabah ARAB<sup>1</sup>, Hakim BOUMEZOUED<sup>2</sup>, Rachid KEBAH<sup>3</sup>, Rabah MAMOUNI<sup>4</sup>

1 HUESKER, Gresswiller, France

2 BEGETECH, Dely Brahim, Algérie

3 ETPH KEBAH, Khemis Miliana, Algérie

3 GEOS AP, Gardi 2 - Kouba, Algérie

**RÉSUMÉ** – L'efficacité et la pérennité des géosynthétiques dans les applications de renforcement n'est plus à démontrer. C'est une technique couramment utilisée. De plus, l'existence de normes de dimensionnement conformes à l'Eurocode 7 facilite le travail des ingénieurs concepteurs. Dans ce qui suit, nous présentons des cas pratiques de traitement de glissement où les géosynthétiques sont incorporés dans les ouvrages de confortement et/ou de rétablissement de la route.

Mots-clés : Glissement, Route, Renforcement, Géosynthétique.

**ABSTRACT** – The efficiency and the sustainability of geosynthetics in the reinforcement applications is not to be any more demonstrated. It is a technique usually used. Furthermore, the existence of design standards corresponding to Eurocode 7 facilitates the work of the engineering designers. In this paper, we present practical cases of landslide where geosynthetics are incorporated into the works for mitigation and/or restoring of the road.

Keywords: Landslide, Road, Reinforcement, Geosynthetic.

### 1. Introduction

Les glissements de terrain sont des mouvements qui affectent aussi bien les talus anthropiques que les versants naturels. Ils surviennent le plus souvent à la suite d'événements naturels. Au nord de l'Algérie, les instabilités de terrains comptent parmi les risques naturels les plus fréquents.

En effet, une grande partie du réseau routier se développe dans des terrains très accidentés topographiquement, couplés à une géologie très difficile et à un couvert végétal ravagé par des incendies répétitifs. Les matériaux rencontrés sont des matériaux évolutifs constitués de flyschs, de pélites, d'argilites, de schistes, de marnes, d'argiles, etc. Si nous associons ces particularités à des apports d'eau abondants, des ouvrages d'assainissement et de drainage non entretenus, nous nous trouvons face à des versants et des talus instables.

Les traitements adoptés sont le plus souvent des traitements par expérience et sans étude géotechnique préalable et parfois sans aucun calcul de dimensionnement en confiant les travaux à des entreprises non expérimentées.

L'objectif visé par les traitements est dans la majorité des cas le maintien d'un niveau de service en évitant la coupure de la route.

Parmi les traitements mis en œuvre, nous pouvons citer : les butées en gabions, les murs de soutènement (poids, béton armé, rideau de pieux...), les tranchées et les éperons drainants.

Les figures 1 et 4 illustrent des exemples de traitements mis en œuvre sans réelle étude préalable.

Dans ce qui suit, nous présenterons deux cas de glissements traités où des géosynthétiques ont été incorporés aux ouvrages. Cette technique est largement utilisée (Alexiew, 2005, 2012 ; Arab et al. 2007 ; Blivet et al. 1992 ; Gourc et al., 1995).



Figures 1 et 2. Exemples de traitement de butée en gabion



Figures 3 et 4. Exemples de traitement mis en place – éperon et tranchée drainante

## 2. Glissement de la route CW 25

Un tronçon de la route CW25 dans les Montagnes de l'Ouarsenis au sud de la willaya de Ain Defla a subi un glissement sur un longueur d'environ 120 m (figure 5), ce qui a eu pour conséquence la réduction de la largeur de la chaussée. Le risque pour le gestionnaire du réseau est l'évolution de l'instabilité et donc la coupure de la route qui dessert toutes les communes du versant et permet entre autres l'organisation du ramassage scolaire.



Figure 5. Vue de la route et de l'instabilité

Une étude a été confiée à un bureau d'études généraliste. Ce dernier a effectué une investigation géotechnique sommaire dont la consistance se résume à quelques essais au pénétromètre dynamique. La solution proposée par le bureau d'études pour le traitement consiste :

- pour la partie aval, la purge de tous les matériaux glissés (hauteur 2 m) et reconstruction de la demi-chaussée à l'aide d'un massif renforcé par géosynthétiques.
- pour la partie amont, la construction d'un mur en maçonnerie.

La maîtrise d'ouvrage a exigé le maintien de la circulation pendant les travaux, ce qui n'est pas sans risque sur la stabilité du talus amont car l'élargissement de la route est nécessaire pour le maintien du trafic pendant les travaux.

L'entreprise a réalisé une étude d'exécution en se faisant accompagner par un Bureau d'études spécialisé. Celle-ci a mis en évidence :

- un niveau de substratum plus bas que ce qui a été mentionné dans l'Avant-Projet Détaillé (APD) ;
- un risque réel de glissement du talus amont lors de l'élargissement de la route.

Le dimensionnement du massif renforcé est réalisé conformément à la norme XPG 38064. Les vérifications ont été conduites en considérant les hypothèses suivantes :

- une inclinaison du parement de 64 degrés ;
- une durée de service de 100 ans ;
- des armatures de renforcement par un géotextile tissé en Polyester (PET) à haut module de rigidité et de résistance à la traction de  $R_{t,k}=150\text{kN/m}$  et  $R_{d,k}=18,9\text{ kN/m}$
- des longueurs d'ancrage de 6,5 m pour satisfaire aux différents types de stabilité (externe, générale et mixte) ;
- un espacement vertical entre les nappes de 0,5 m ;
- un ancrage au parement par retournement de nappe supérieur ou égale à 1,50 m.

Les courbes isochrones du géotextile de renforcement sont reproduites sur la figure 6.

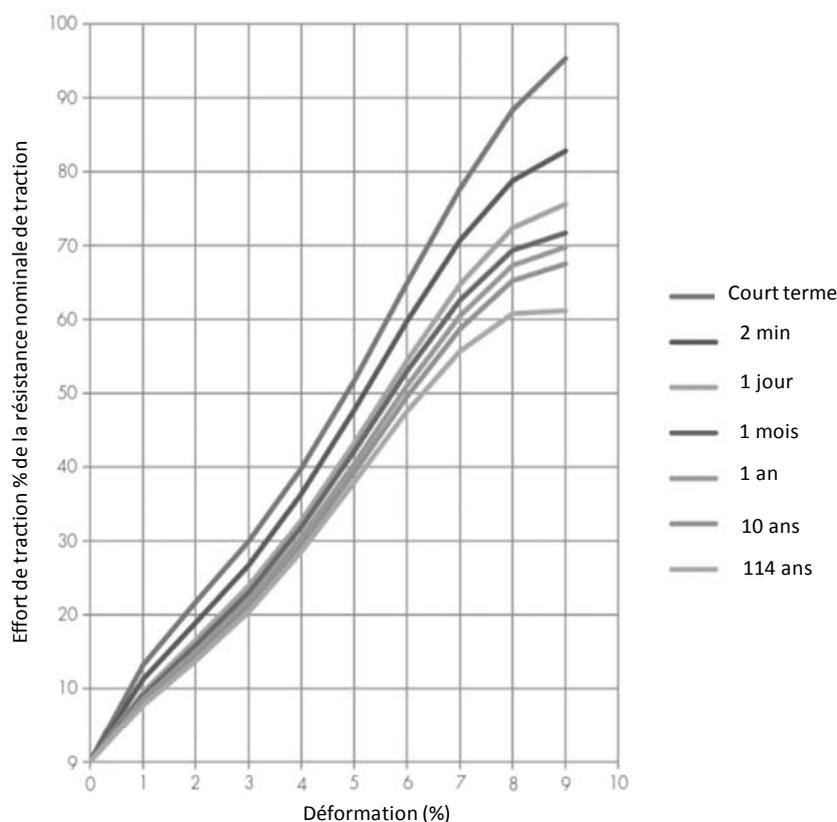


Figure 6. Courbes isochrones du géotextile de renforcement (température de référence 20°C)

En plus du dimensionnement, le Bureau d'études de l'entreprise a défini une méthodologie pour mener à bien le confortement :

- terrassement de manière méthodique du talus amont en commençant par le haut,
- sécurisation de la demi-chaussée circulaire pendant les travaux,
- protection du chantier contre les eaux de ruissèlement et les intempéries,

- purge de tous les matériaux glissés,
- mise en place d'une tranchée drainante selon les règles de l'art au pied du talus mis à nu,
- mise en place d'un géocomposite de drainage,
- reconstruction de la demi-chaussée par butée en massif renforcé par géotextile,
- protection du parement contre les UV.

Les figures 7 à 11 illustrent quelques phases du chantier.



Figure 7. Élargissement de la chaussée et purge des matériaux glissés



Figure 8. Gestion des eaux internes par géocomposite et tranchée drainante



Figure 9. Construction du massif renforcé par géotextile



Figure 10. Protection du talus contre les UV et construction du mur en maçonnerie



Figure 11. Ouvrage achevé

### 3. Glissement de la route RN 66

La Route Nationale 66 (RN66) est un axe qui relie la willaya de Ain Defla à la willaya de Tipaza. Elle s'inscrit dans un relief très accidenté en suivant les méandres d'un oued (Figure 12).

Lors de la réhabilitation de la couche de roulement, des travaux de terrassement ponctuels ont été réalisés pour permettre aux engins de circuler. La conjugaison de ces travaux avec des ouvrages d'assainissement et de drainage non entretenus a provoqué de nombreux glissements localisés le long de cette route. Dans ce qui suit, nous présenterons le traitement du glissement 2 (figure 12)

L'instabilité est un glissement superficiel régressif d'un talus avec une forte déclivité sur un linéaire dans le profil en long de la route de 40 m environ. Le glissement menace non seulement la route mais également une ligne électrique (figure 13). Les causes du glissement sont les travaux de terrassement par la suppression de la butée en pied du talus et les infiltrations d'eau en amont dans le massif. En effet, lors des travaux de terrassement, il a été mis en évidence de nombreux points de suintement après purge des masses de sols glissées.



Figure 12. Protection du talus contre les UV et construction du mur en maçonnerie



Figure 13. Glissement régressif du talus

Vu la difficulté d'accès, il a été réalisé un sondage au pénétromètre dynamique sur la chaussée côté amont qui a révélé un substratum à moins de 1 m par rapport au TN.

La solution mise en œuvre pour stabiliser le glissement régressif et rétablir la butée de pied consiste en la construction d'un massif renforcé par géogrilles à parement végétalisable.

L'entreprise a confié les études d'exécution à un bureau d'études de géotechnique. Ce dernier a optimisé la solution de l'Avant-Projet Détaillé (APD) et a établi les plans et les détails de construction. Le dimensionnement de la solution est effectué conformément à la norme XP G 38064 avec les hypothèses suivantes :

- durée de service de 120 ans,

- une inclinaison du parement de 65 degrés ;
- des armatures de renforcement par géogridde FORTRAC 80 T en Polyester, flexible et avec des ouvertures de maille adaptées au remblai technique ; ( $R_{t,k} = 80 \text{ kN/m}$  et  $R_{d,k} = 27,5 \text{ kN/m}$ ),
- un espacement vertical entre nappe de 0,5 m ;
- des longueurs d'ancrage de 6 m,
- un parement végétalisable par retournement de nappe.

Les courbes isochrones de la géogridde de renforcement sont données sur la figure 14.

Les travaux ont été réalisés en saison sèche et avec la méthodologie suivante :

- purge des matériaux glissés ;
- gestion des eaux internes entre le massif renforcé par géogridde et le terrain naturel ;
- montée du mur par couches successives avec contrôle de compacité de chaque couche ;
- mise en œuvre d'une rangée de gabions de 1,5 m de hauteur (protection des trois premières couches contre l'érosion) ;
- gestion des eaux de surface.

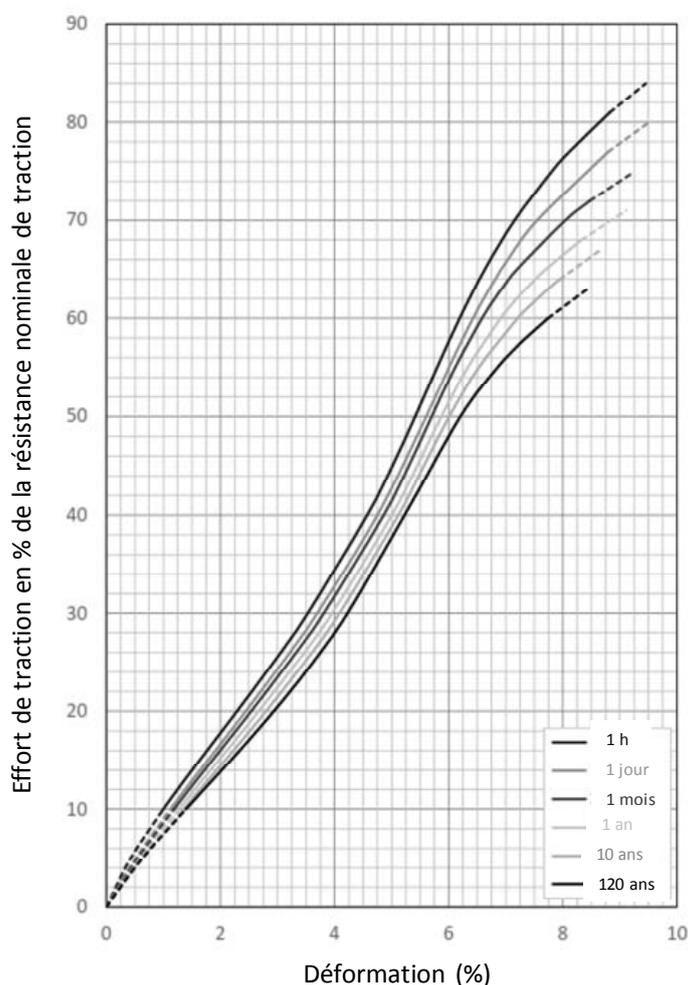


Figure 14. Courbes isochrones de la géogridde de renforcement (température de référence 20°C)

Les figures 15 à 18 illustrent les phases de la solution de confortement.



Figure 15. Purge des matériaux glissés et terrassement



Figure 16. Construction du massif renforcé par géogrille FORTRAC et compactage des couches



Figure 17. Construction du massif renforcé par géogridde FORTRAC et compactage des couches



Figure 18. Ouvrage fini

### 3. Conclusions

Les solutions de confortement mises en œuvre dans les deux cas traités ont donné entière satisfaction à la maîtrise d'ouvrage. En effet, la réutilisation d'une partie des sols en place en remblais technique a

permis une économie substantielle. En plus, la technique permet l'intégration des ouvrages dans leur environnement.

#### 4. Références bibliographiques

- Alexiew D. (2012). High geogrid-reinforced walls with a flexible stone-filled facing in a mountainous seismic region. *Proc. Second Pan American Geosynthetics Conference & Exhibition GeoAmericas 2012, Lima, Peru, no pp. on the CD*
- Alexiew D. (2005). Design and construction of geosynthetic-reinforced "slopes" and "walls": commentary and selected project examples. *Proc. 12<sup>th</sup> Darmstadt Geotechnical Conference. Darmstadt Geotechnics No. 13, TU Darmstadt, Institute and Laboratory of Geotechnics, Darmstadt, March 2005, pp. 167-186*
- Arab R. (2007) Traitement d'un glissement de terrain et reconstruction de la chaussée avec un remblai renforcé par géosynthétiques dans la willaya de Bejaia – Algérie. *Colloque « sols et matériaux à problème ». 9-11 février 2007, Tunisie ; PP. 157-162.*
- Blivet J.C., Msouti M., Matichard Y., Levacher. (1992). Mechanical behaviour of geotextiles in the design of permanent reinforced structures. *Proceedings of the International Symposium on Earth Reinforcement Practice, Kyushu - Japan, 11-13 Nov., Volume 1, pp. 35-38*
- Gourc J.P., Gotteland Ph., Haza E., Perrier H., Baraise E. (1995). Geotextile reinforced structures as bridge abutments: Full scale experimentation. *Geosynthetics'95, vol.1, pp. 79 - 92.*
- XP G 38 064. (2010). Murs inclinés et talus raidis en sols renforcés par nappes géosynthétiques. *AFNOR, 69 pages.*