

## CONTRIBUTIONS DES GEOSYNTHETIQUES DANS LE TRAITEMENT DES GLISSEMENT DE TERRAIN

ARAB Rabah<sup>1</sup>, ZERMANI Messaoud<sup>2</sup>, TABTI Saïd<sup>2</sup>

[rabab.arab@afitex.com](mailto:rabab.arab@afitex.com)

<sup>1</sup> AFITEX, 13 – 15 rue Louis Blériot 28300 Champhol, France

<sup>2</sup> AFITEX Algérie Spa, cité des Castors, N°. 150 C Bordj El Kiffan, Algérie

**Résumé :** Les géosynthétiques ont connu un développement considérable dans les domaines de la géotechnique et de génie civil ces trente dernières années. Actuellement, ils sont présents dans la plus part des ouvrages géotechniques et leurs domaines d'applications ne cessent de s'accroître. Durant les quatre dernières années, de nombreux ouvrages géotechniques incluant des géosynthétiques ont été construits en Algérie. Dans notre communication, nous présentons des cas de glissements de terrain, le contexte hydrogéologique et géotechnique de chaque glissement et l'apport des géosynthétiques dans leurs traitements.

**Mots-Clefs :** Glissement, Renforcement, Drainage, Géotextile, Géocomposite.

**Abstract :** Geosynthetics have experienced considerable developments in geotechnical and civil engineering applications during the last thirty years. Currently they are present in most geotechnical works and areas of application are increasing. Several geotechnical structures including geosynthetics have been built in the last three years in Algeria. The paper will present an assessment landslides by considering the hydrogeotechnical context of each landslide and the contribution of geotextiles and geocomposites for their treatment.

**Key-Words:** Landslide, Reinforcement, Drainage, Geotextile, Geocomposite.

### 1. Introduction

Les glissements de terrain sont des phénomènes naturels. Ils sont provoqués le plus souvent par la présence et/ou les écoulements des eaux dans le sol. En effet, les glissements en question ont pour causes la conjonction de plusieurs phénomènes, le plus importants est la présence d'eau. Dans la suite de l'article nous présenterons trois glissements de terrain et le contexte géotechnique de chaque glissement ainsi les techniques mises en œuvre pour leurs traitements.

### 2. Traitement du glissement de terrain des grands vents sur la rocade d'Alger

Il s'agit d'un glissement de terrain sous forme d'une coulée de boues qui a atteint la voie rapide reliant la ville d'Alger à sa banlieue ouest qui est un axe routier à fort trafic. Le massif est fortement perturbé sur toute la longueur du rampant de talus et sur un linéaire de plus de 100m (cf. figures 1 et 2)



Figures 1 et 2 : vue de la voie rapide et de la coulée de boue.

### 2.1. Diagnostic et causes du glissement

Les visites sur sites que nous avons effectuées ont permis d'identifier plusieurs causes et facteurs du mouvement des terres.

- L'existence, en amont de la zone, de fondations abandonnées qui forment des cavités de dimensions relativement importantes. Celles-ci jouent le rôle de lagunes. En effet ces cavités sont remplies d'eau (cf. figures 3 et 4). Cette eau alimente en permanence la zone déstabilisée (cf. figure 5 et 6).



Figures 3 et 4 : Stagnation des eaux en amont dans des fondations abandonnées



Figures 5 et 6 : Alimentation en eau de la zone glissée par ruissellement à partir des eaux stagnées en amont

- Des ruissellements sur la masse instable, via le lotissement surplombant le site (figures 7 et 8) ; qui viennent s'ajouter aux eaux provenant de l'amont.



Figure 7 et 8 : Alimentation en eau de la zone glissée à partir du lotissement

- Nous avons relevé l'existence de caniveaux en crête du talus. A l'endroit de la zone concernée, le caniveau est inexistant, ce qui facilite les infiltrations d'eau en crête du talus. En revanche, de part et d'autre de la zone de glissement, le caniveau est obturé voir rompu (figures 9 et 10)



Figures 9 et 10 : Caniveau en crête de talus inexistant par endroit

- Le déboisement total de la zone fortement perturbée (figure 11).



Figure 11: Déboisement total de la zone glissée

- A l'amont du talus, il n'existe aucun assainissement. Les eaux de ruissellement se déversent directement sur le talus (cf. figure 12)



Figure 12: Erosion causée par les eaux de ruissellement en amont du talus

## 2.2. Contexte géotechnique

Les formations de surface rencontrées sur le site sont des argiles sensibles à l'eau (figure 13). L'exploitation des investigations géotechnique menées lors de la réalisation du parc Dounya à proximité de la zone glissée a confirmée l'existence de ces argiles sur la totalité de la profondeur du sondage effectué (figure 14).



Figure 13: Formations géotechniques de surface

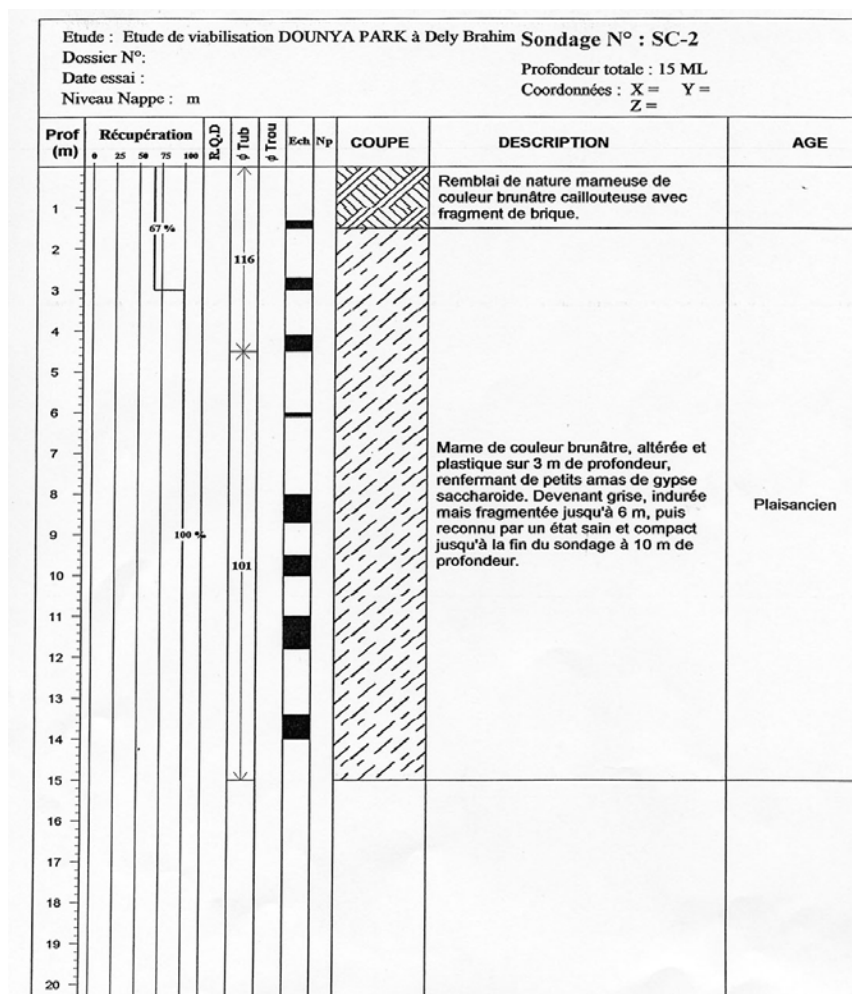


Figure 14: Formations géotechniques dans la zone

### 2.3. Le traitement du glissement

Le traitement du glissement a nécessité une combinaison de solutions (figure 15) :

- une gestion des eaux internes par des tranchées drainantes ;
- une gestion des eaux de surface (eaux de pluie, eaux de ruissellement, etc.) par des ouvrages d'assainissement étanches à l'aide d'un géocomposite étanche pour minimiser les infiltrations ;

- la construction de murs de soutènement renforcés par géotextiles, associés à un parement cellulaire en béton, végétalisable ;
- un drainage derrière les murs de soutènement pour dissiper les pressions hydrostatiques à l'aide d'un géocomposite de drainage équipé de mini-drains.

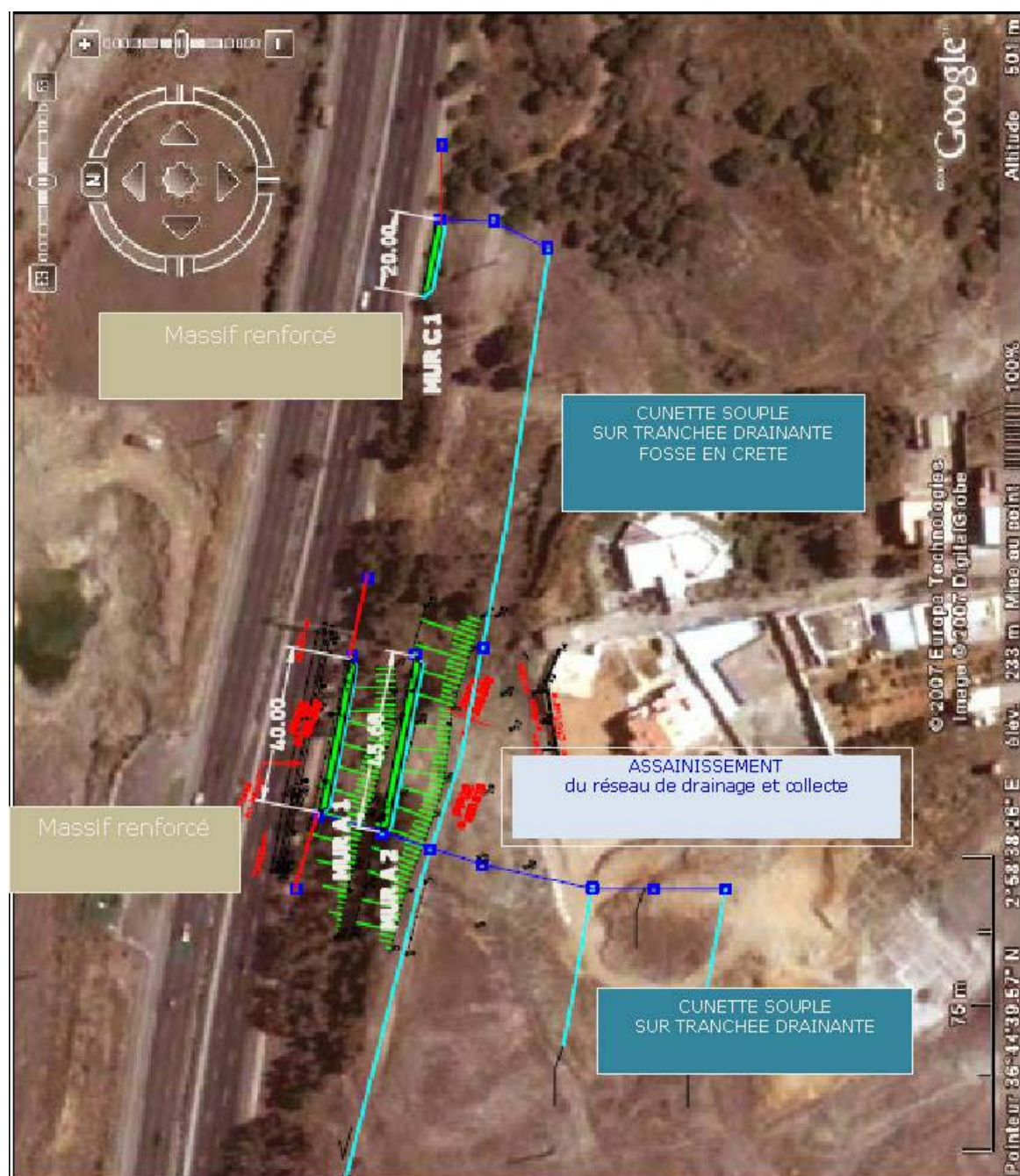


Figure 15 : Solutions mises en œuvre

### 2.3.1 Gestion des eaux internes

La gestion des eaux internes est prise en compte par la réalisation d'un réseau de tranchées drainantes (cf. figure 15). La réalisation des travaux de drainage et d'assainissement ont précédé toutes les autres opérations afin de sécuriser le chantier pendant les opérations de terrassements ultérieures. Les dimensions et la structure de la tranchée drainante ainsi que le fossé étanche sont illustrés sur la figure 16.

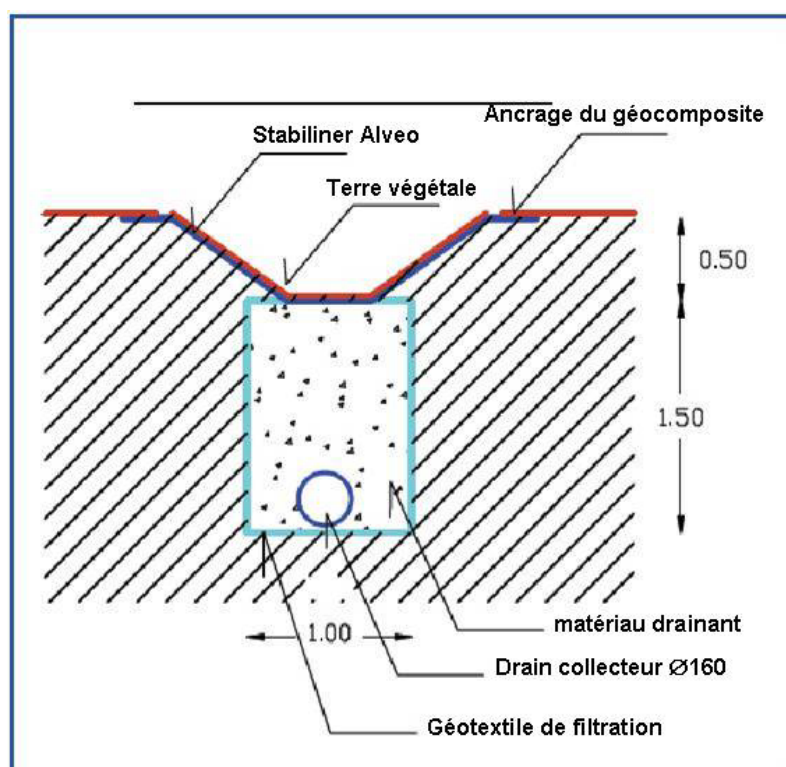


Figure 16 : Structure et dimension du tranché drainante

### 2.3.2 Gestion des eaux de surface

Les eaux de surface sont gérées par la réalisation d'un fossé imperméable (Samson et Arab, 2004) en mettant en œuvre un géocomposite étanche au dessus de la tranchée drainante (cf. figure 16). La structure du Stabiliner est illustrée sur la figure 17. Le géocomposite est déroulé directement sur la tranchée drainante. Le recouvrement longitudinal est réalisé selon le principe des tuiles (cf. figure 18).

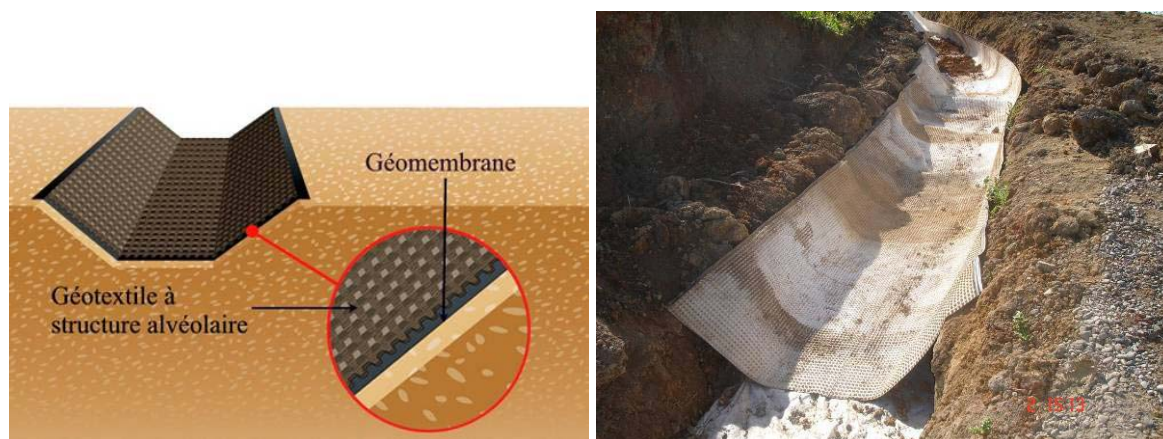


Figure 17 et 18 : structure du géocomposite Stabiliner alveo et sa mise en œuvre

### 2.3.3 Murs de soutènement et drainage amont

Après les travaux de drainage et d'assainissement, deux ouvrages de soutènement renforcé par géotextiles à parement Atalus (Arab et al. 2003 ; Tabti et al. 2006) sont construits (cf. figure 16). Pour éviter toute pression hydrostatique derrière les ouvrages, ces derniers sont drainés en amont à l'aide d'un géocomposite de drainage équipé de mini-drains (Arab et al. 2008). Les

eaux drainées par le géocomposite sont collectés dans une tranchée drainante et évacués en dehors de l'emprise de l'ouvrage (cf. figure 19).



Figure 19 : mise en œuvre du géocomposite de drainage

Les ouvrages de soutènement sont construits par couches successives en respectant la position des nappes de renforcement établie dans la note de calcul.

Les figures 20 et 21 illustrent le premier ouvrage en phase de construction. A la fin de la construction de l'ouvrage un caniveau est mis en œuvre en tête du mur pour collecter les eaux de ruissellement.



Figures 20 et 21 : ouvrage en phase de construction

Le projet est achevé depuis six mois sans apparition d'aucun signe d'instabilité. Le projet étant situé à proximité du Dounia parc, il fera l'objet d'un traitement particulier en matière d'aménagement paysager.



Figures 22 et 23 : ouvrage achevé

### 3. Traitement d'un glissement de terrain sur le CW13 à Tifra – willaya de Bejaïa

Le glissement concerne une route dans une zone montagneuse suite à un événement pluviométrique. Il a emporté le coté aval de la route sur un linéaire de 80 m. (figures 24 et 25)



Figures 24 et 25 : vue du glissement

#### 3.1. Contexte géotechnique

La géologie de la région est constituée globalement par des formations gréseuses dans lesquelles sont inter stratifiées des marnes et des marnes schisteuses. Les grès en place ont subi des phénomènes d'érosion. Les investigations géotechniques ont révélés les formations géologiques suivantes depuis la surface :

- une couche d'éboulis gréseux de 5 m d'épaisseur ;
- des marnes schisteuses tendres de 0,5 m d'épaisseur ;
- des bancs gréseux de 1,10 m d'épaisseur ;
- au-delà des alternances de marnes schisteuses et de grès compacts.

Le glissement est survenu suite à des infiltrations d'eau du coté amont et l'absence totale de drainage. Les couches supérieures ont glissés sur la couche de marne d'épaisseur limitée et la couche de bancs gréseux altérés (figure 26).

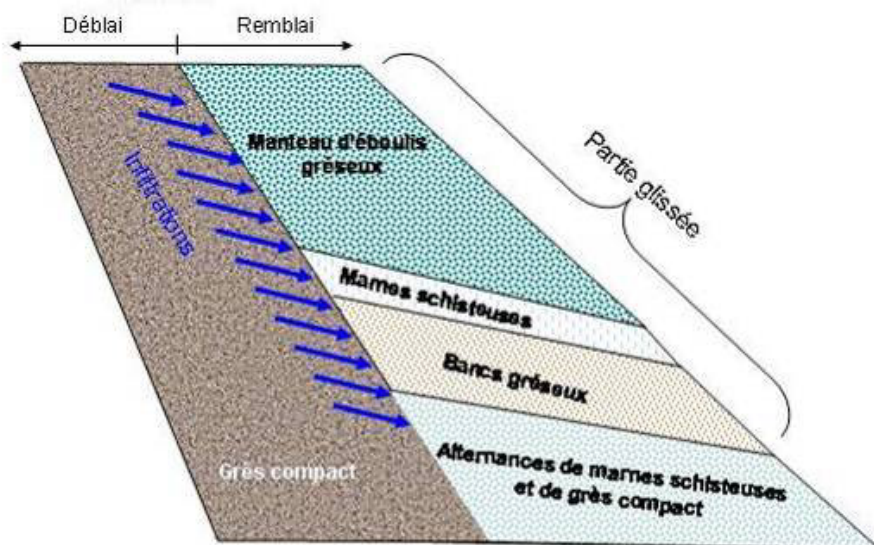


Figure 26 : Cinématique du glissement



### 3.2. Solutions proposées et solution retenue

Plusieurs propositions techniques de traitement du glissement et de la reconstruction de la chaussée ont été présentées au maître d'ouvrage. Une des solutions consistait à purger toute la zone glissée et de reconstruire le talus aval avec une pente de 3H/2V, en mettant en œuvre un remblai avec un sol grossier (TVO) propre, compacté par couches successives de 0,3 m. Le drainage des eaux coté amont est assuré à l'aide d'un masque drainant granulaire. Cette solution a été mise en œuvre et lors de l'exécution, des fissures longitudinales sont apparues sur la plate-forme et en pied de talus du nouveau remblai avant d'atteindre la cote finale, ce qui amené le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage à arrêter les travaux et d'envisager d'autres solutions. Suite à l'arrêt des travaux d'urgence entrepris par le maître d'ouvrage, les solutions de confortement proposées étaient :

- mur de soutènement en gabions ;
- mur en béton armé fondé sur pieux ancrés à des profondeurs au-delà de 4 m dans le substratum ;
- mur de soutènement renforcé par des géotextiles couplés à un drainage par géocomposite équipé de mini-drains.

En raison des délais imposés par le maître d'ouvrage et les contraintes du chantier, la solution retenue est celle d'un massif renforcé par géotextiles avec un parement à face enveloppée végétalisable (Gendrin et Arab, 2002). Le profil de l'ouvrage et la densité de renforcement sont illustrés sur la figure 27. Le drainage des eaux en amont du massif est assuré par un géocomposite de drainage équipé de mini-drains. Les eaux sont collectées par le géocomposite puis évacuées vers une tranchée drainante en pied du talus.

Les travaux se sont déroulés en plusieurs phases. Après une purge totale des terres glissées et le terrassement pour atteindre le substratum, il est procédé à la réalisation de la tranchée drainante. Le géocomposite de drainage est déroulé directement sur le massif amont et est relié en pied à la tranchée drainante.

Le remblai est construit par couches de 0,4 m d'épaisseur compactée à l'optimum proctor. La confection du parement à « boudins » est réalisée en utilisant un coffrage simple amovible. Le compactage est contrôlé à chaque couche. Une attention est également apportée à la mise en œuvre des nappes de renforcement pour s'assurer de leur mise en tension soignée. La végétalisation du parement est assurée par la mise en œuvre de terre végétale confinée dans un géofilet. L'organisation mise en place a permis de respecter les délais imposés par le maître d'ouvrage tout en maintenant la circulation du trafic sur la route.

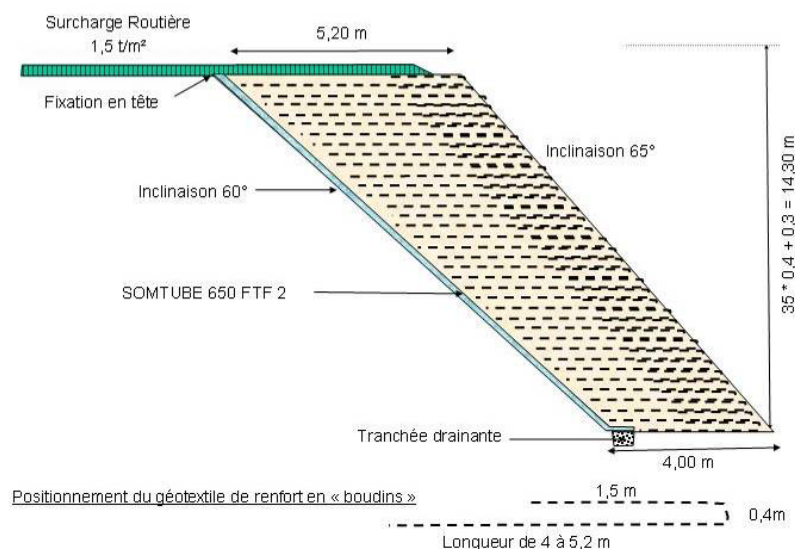


Figure 27 : Profil de l'ouvrage et densité de renforcement

Les figures 28 et 29 montrent l'ouvrage respectivement en cours de construction et l'ouvrage achevé. Ce mur une fois construit a permis non seulement la reconstruction de la chaussée, mais également son élargissement sur le linéaire traité.



Figures 28 et 29 : vues de l'ouvrage en cours de construction et achevé

#### 4. Traitement d'un glissement de terrain sur la RN 12 – willaya de Bejaïa

La zone de glissement culmine à environ 550 m d'altitude et est située sur un versant escarpé (figures 30 et 31). Il concerne une section de la RN 12. Les premiers mouvements de terrain ont été remarqués en contre bas de l'accotement en décembre 2004. Au cours de l'année 2006, l'affaissement a atteint la chaussée avec apparition d'un second point d'affaissement qui a engendré un tassement d'environ 30 cm de la chaussée.

Les données géologiques de la région indiquent que la majeure partie des formations rencontrées appartiennent au domaine des Flysch. Du point de vue lithologie, on retrouve globalement, depuis la surface les formations suivantes :

- éboulis de pente à dominance limono argileuse (couvertures) ;
- schistes et marnes schisteuses altérés en surface ;
- comblement des dépressions par des dépôts érosifs hétérogènes parfois cimentés.



Figures 30 et 31 : vues de la zone de glissement

##### 4.1. Contexte géotechnique local

Deux sondages carottés ont été réalisés le long du tronçon affecté par le glissement de terrain au PK144+000. L'analyse des données montre que le sol est de nature argilo-marneux sur une épaisseur de 7 m et plus avec des angles de frottement de  $12^\circ$  à  $15^\circ$  et une densité humide de  $19 \text{ kN/m}^3$ . L'interface entre la couche d'éboulis argileux (colluvions) et les marnes schisteuses compactes sous jacente constitue la ligne de rupture.

#### 4.2. Solution retenue et déroulement des travaux

Pendant la phase étude du projet, deux variantes de soutènement et de confortement du glissement ont été envisagées : un mur de soutènement rigide en béton armé muni de contreforts et un mur de soutènement renforcé par géotextile.

La solution d'un mur de soutènement en béton armé est écartée en raison de la difficulté de réalisation (acheminement de béton frais) et le risque de déclenchement des plans de rupture sous la semelle rigide du mur projeté sur un pendage schisteux. En effet, les calculs de stabilité du mur de soutènement en béton armé à contreforts de 8m de haut ont aboutit à une semelle de 6 m de largeur. En plus, l'importance du talus à conforter et les difficultés d'accès direct à partir de la route nécessitera l'aménagement d'un passage pour les engins, celui-ci longera la route en contrebas suivant la pente du relief jusqu'à atteindre le pied du talus à consolider.

La solution d'un mur de soutènement renforcé par géotextile combinée avec un drainage à l'amont de l'ouvrage par un géocomposite de drainage équipé de mini-drains est retenue. Le Bureau d'étude justifie le choix de la solution en mettant en avant les éléments suivants :

- Les massifs renforcés par des armatures souples en géotextiles sont réputés souples et donc susceptibles de se déformer sans se rompre ;
- La disponibilité des matériaux localement (TVO et géosynthétiques) ;
- Pas de nécessité d'aménagement d'un passage ;
- Intégration de l'ouvrage dans son environnement (milieu forestier).

Les figures 32 et 33 illustrent l'ouvrage pendant la phase travaux et les figures 34 et 35 montrent l'ouvrage après son achèvement.



Figures 32 et 33 : vues de l'ouvrage pendant la phase travaux



Figures 42 et 43 : vue de l'ouvrage achevé

Depuis l'achèvement des travaux et après deux hivers, aucun signe d'instabilité n'a été observé.

## 5. Conclusion

La technique géosynthétique pour le traitement de certains glissements de terrains constitue une réelle alternative innovante et économique par rapport aux solutions classiques de soutènement. Les principaux avantages de cette technique résident dans la grande souplesse des massifs renforcés par géosynthétiques, l'utilisation des matériaux locaux, et l'intégration des ouvrages dans leur environnement.

## 6. Bibliographie

- Arab R., Gendrin P., Zerhouni M., *Cut slopes and water management with geocomposites*. Eurogeo 4, Edinburg, UK, paper N°. 115, 2008
- Arab R., Gendrin P., Pieyre A., *La défense - RN 314, aménagement de la rampe d'accès des Bouvets*. Revue Travaux N°. 801, 18-20, 2003
- Gendrin P., Arab R (2002). *Raidissement de talus - Limitation des poussées horizontales d'un remblai*. Revue Travaux N°. 786, 39 – 40, 2002
- Tabti S. Zermani M. Arab R. *Rampes d'accès à un ouvrage d'art – M'sila – Algérie*. 6<sup>ème</sup> Rencontres du CFG, juin 2006
- Samson L., Arab R. *Autoroute A29 – Etanchéité et végétalisation des fossés*. Revue RGRA, N°.824, 33-34, .2004.