
Traitement d'un glissement de terrain par l'utilisation des pieux, cas pathologique en Algérie.

S.M.A. Bourdim^{*1}, L.H. Chekroun², A. Benanane¹, A. Bourdim³

¹ Laboratoire LMPC, Département Génie Civil, Université d'Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, Algérie.

² Laboratoire EOLE, Département de Génie Civil, Université de Tlemcen, Algérie.

³ Agence nationale des autoroutes, Bureau de Tlemcen, Algérie.

(*) sidimohammed.bourdim@univ-mosta.dz

RÉSUMÉ. L'utilisation de pieux à la stabilité des pentes a augmenté ces dernières années grâce au bon rapport performance/temps offert par cette technique. Dans ce contexte, nous présentons le cas d'un glissement de terrain survenu en mars 2014 sur l'autoroute d'Algérie, utilisant des pieux anti-glissement comme solution de traitement.

Notre cas d'étude s'est produit sur le tronçon de Tlemcen, entre Pk52+040~220. Le côté gauche de la chaussée s'est effondré suite au glissement du coté aval. Des relevés des inclinomètres ont montré des signes d'instabilité avec une profondeur de glissement d'environ 9m près de la plate-forme d'autoroute. Les causes probables de cette instabilité sont l'enlèvement de la butée inférieure pour le talus en amont de la route et l'établissement d'un dépôt de terre qui a surchargé le talus et a perturbé le l'écoulement des eaux à l'aval.

L'étude de la stabilisation est basée sur l'installation de deux lignes de pieux anti-glissement. Notre étude de l'analyse de stabilité a été effectuée sous des charges statiques et dynamiques et souligne que cette solution est avantageuse et efficace.

ABSTRACT. The use of piles to slope stability has grown in recent years through the good reported performance / time offered by this technique. In this context, we present the case of a landslide that occurred on March, 2014 on the highway of Algeria, using anti-sliding piles as the treatment solution.

Our study case occurred on the section of Tlemcen, between Pk52+040~220. The left side of the roadway collapsed following the slip of the downstream slope. Inclometers were showed signs of instability with a sliding depth around 9m near the highway platform. The probable causes of this instability are the removal of the bottom abutment for the upstream slope of the way and the establishment of an earth deposit that was overloaded the slope and disrupted the flow of waters to the downstream.

The study of stabilization is based on the installation of two lines of anti-sliding piles. Our study of stability analysis was carried out under static and dynamic loads and highlights that this solution is advantageous and efficient.

MOTS-CLÉS : glissement de terrain, stabilisation, pieux anti-glissement, analyse dynamique.

KEY WORDS: landslide, stabilization, anti-sliding piles, dynamic analysis.

1. Introduction

Les origines de la perte de stabilité des pentes naturelles, artificielles, sont très diverses. La mise en mouvement de pentes naturelles (lente ou brutale) peut provoquer des dommages importants aux ouvrages et aux constructions, avec un impact économique non négligeable, et parfois causer des victimes humaines. L'étude d'une pente comporte, outre la reconnaissance du site et le choix des caractéristiques mécaniques des sols, un calcul de stabilité pour déterminer d'une part la courbe de rupture le long de laquelle le risque de glissement est le plus élevé, d'autre part la valeur correspondante au coefficient de sécurité. Sachant que les mouvements de terrain sont très variés, par leur nature et par leur dimension. Les problèmes de stabilité des pentes sont rencontrés généralement dans la réalisation des routes, les digues des barrages et les pentes naturelles. Le glissement de terrain passe par plusieurs étapes chronologiques d'activité. Il existe des principaux facteurs qui contrôlent le type et le taux de mouvements de masse qui pourrait se produire.

Nous présentons ici le cas d'un glissement de terrain qui s'est produit sur une section autoroutière de l'autoroute Est-Ouest d'Algérie. Le glissement a été traité en utilisant des pieux anti-glissement pour renforcer le remblai d'assise du corps de chaussée. Les dégradations et fissures ont été constatées pour la première fois sur la

voie Tlemcen-Alger au point kilométrique PK 52 au début du mois de novembre 2013. Par la suite, la chaussée a été devenue très dégradée et inutilisable au mois de mars 2014.

2. Présentation du glissement de terrain

Dans cet article nous abordons le glissement de terrain qui s'est produit le 02 mars 2014 sur un tronçon de l'autoroute Est-Ouest se trouvant près de la ville de Tlemcen (Nord-Ouest de l'Algérie). En effet, la plateforme au niveau du PK52+040~PK52+093 a subi des déformations importantes, où l'aile arrière est déplacée verticalement de plus de 2m soit 3 à 4m horizontalement. Ainsi le côté gauche de la chaussée a été totalement interrompu à la circulation comme elle montre la photo.



Figure 1. Déformation du corps de chaussée.

3. Causes du glissement

Le déplacement vertical de la plate-forme objet de glissement est environ de 2m, sur une section en remblai. L'observation des carottages prélevés ont présenté une lithologie très variable, renfermant une grande teneur en galet dans les forages effectués. Selon l'ordre de destruction des sondages d'inclinomètre, le trou de sondage qui se trouve à coté de la rive de l'oued est le premier trou endommagé, et puis c'est le trou se trouvant près de la plate-forme qui est détruit, alors le glissement est causé par une traction de bas en haut. En outre, il n'y a aucun indice de déformation pour le trou qui se trouve sur côté droit du tracé. Notons aussi, l'affouillement dus aux eaux de l'oued sur le bord frontal du glissement a rapidement provoqué l'apparition du glissement.

4. Profil géologique et géotechnique du site

Le profil géotechnique du site tel que déterminé par les reconnaissances, 06 forages sur une profondeur totale de 127.4m, montre que la zone présente un profil en pente. Les couches de sols sont constituées d'un remblai d'assise de densité moyenne, suivi d'une couche d'argile limoneuse de couleur brunâtre à jaunâtre, répartie principalement dans le talweg gauche du tracé, le sol est homogène, intercalé d'un peu de galets et de sable, très plastiques, mais peu plastique localement surmontant une couche de grés complètement altérée répartie principalement en rive de l'oued, au pied de talus gauche et au pied de talus droit. Une couche de marne complètement altérée de couleur jaune verte de structure argileuse, intercalé de sable très plastique. La nappe est de profondeur variable de 13 à 24.5m et 13m dans les différents forages réalisés et une tendance à l'écoulement dans le sens du talus.

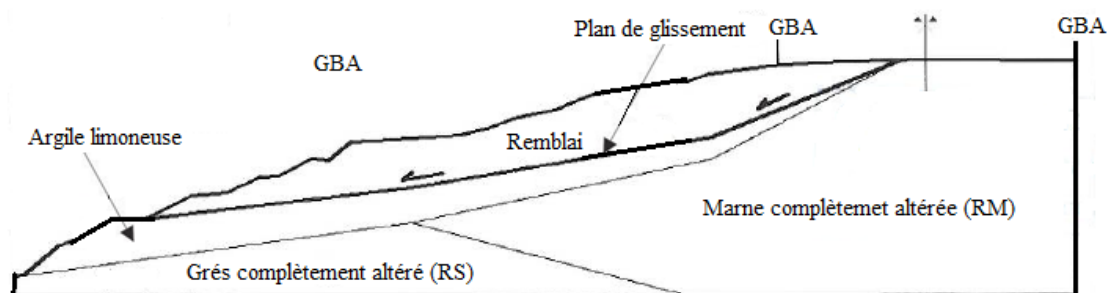


Figure 2. Profil géotechnique du site

5. Traitement du glissement de terrain

Un calcul statique de la stabilité du talus par le code de calcul Plaxis 2D, a montré que le cercle de glissement passe par le talus artificiel (voir figures 2 à 5). Ceci nous conduit à supposer que la cause principale du glissement, en plus des conditions géomorphologiques et géotechniques locales du site et la présence de la nappe, est le chargement en tête dû au trafic autoroutier, pouvant être négligé ou du moins mal pris dans le pré-dimensionnement.

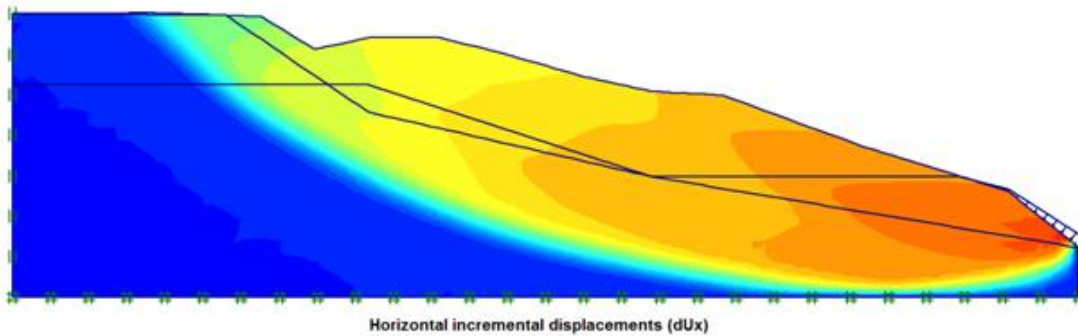


Figure 3. Surface de glissement critique

La solution retenue pour le traitement, consiste à l'installation de 11 pieux anti-glissement en une seule rangée au niveau du bord du glissement afin de garantir la sécurité des usagers de l'autoroute, comme travaux d'urgence, ensuite la réalisation d'une rangée de 60 pieux sur le côté gauche du tronçon.

La figure 4 représente une analyse de la stabilité du glissement après l'introduction des deux rangées de pieux anti-glissements. Il est clair que le talus est plus stable par rapport à la configuration précédente avec une augmentation du coefficient de sécurité. Donc la chaussée est en état de sécurité.

Nous donnons aussi la figure 6 qui représente la distribution des déplacements horizontaux dans le corps du talus.

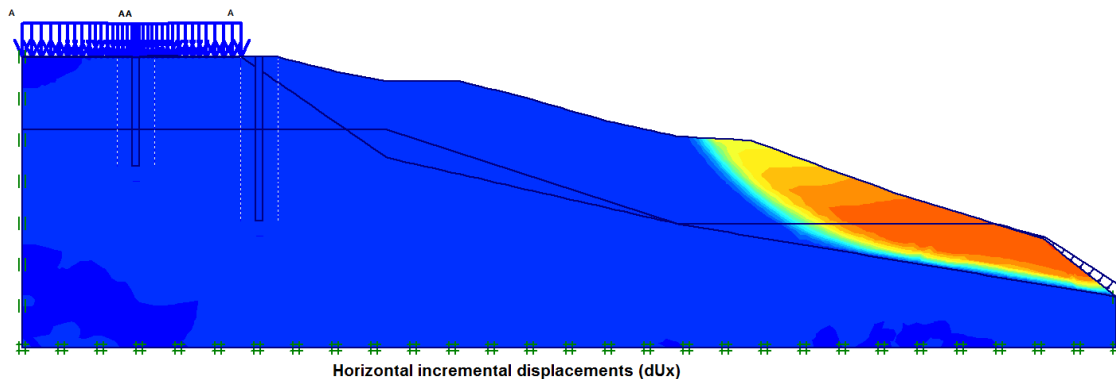


Figure 4. Mécanisme de rupture et surface de glissement après introduction des pieux

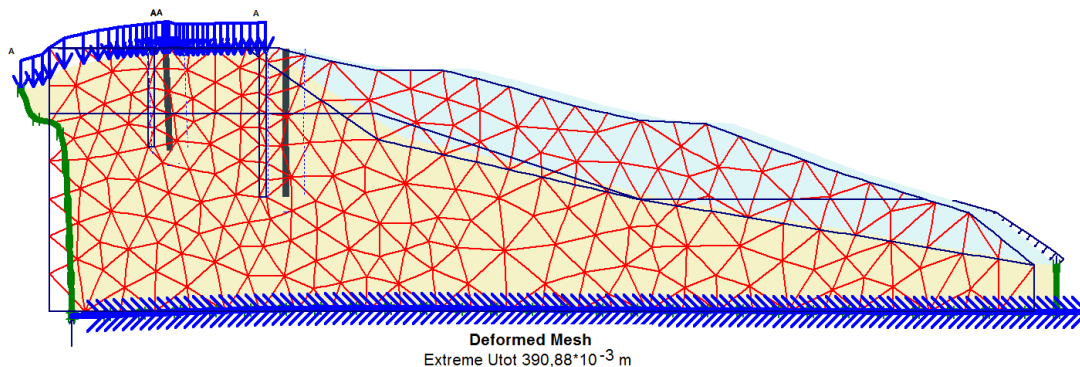


Figure 5. Déformation de maillage

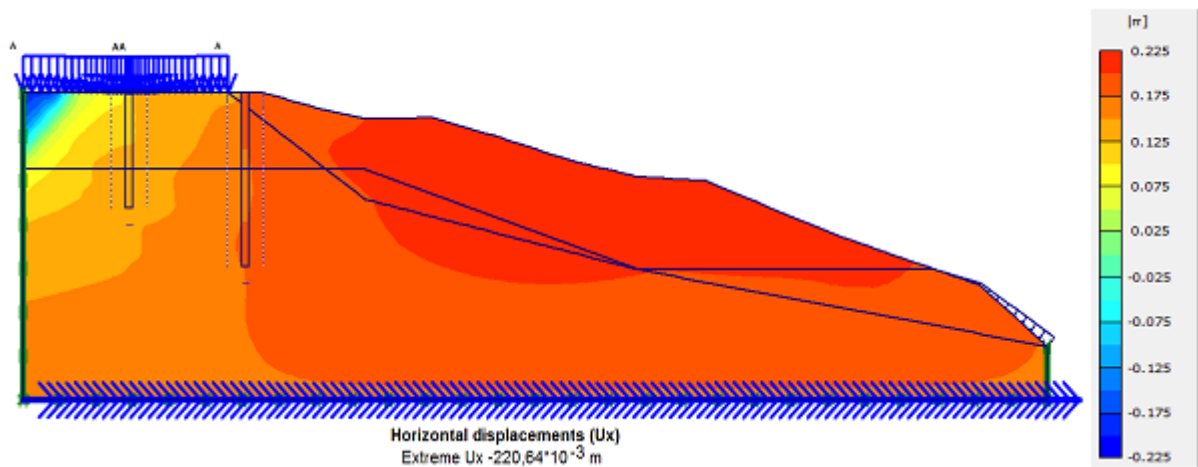


Figure 6. champs des déplacements horizontaux

6. Conclusion

Ce travail montre que la solution de traitement présente plus de stabilité comparativement au cas du talus à son état initial. Ceci est démontré par la valeur maximale de déplacement enregistré qui est très faible et aussi par le coefficient de sécurité trouvé égale à 1,86 après l'introduction des pieux. Si on ajoute à cela les avantages que présente cette solution par rapport aux autres solutions classiques, notamment dans les quantités de matériaux et le délai de réalisation, les facilités de réalisation et la souplesse du comportement, le choix s'impose de lui-même.

Après les études effectuées de stabilisation du talus PK 52 et l'analyse dynamique par l'utilisation d'un accélérogramme d'un mouvement sismique très fort de Boumerdès 2003, on peut conclure que la technique de stabilisation des pentes par pieux peut résoudre d'une façon permanente le problème du glissement de terrain. Cette technique est applicable principalement aux terrains reposant sur des sols argileux, parfois mous ou sensibles.

7. REFERENCES

- [ASH 12] Ashour M., and Hamed A., « Analysis of pile stabilized slopes based on soil–pile interaction », *Computers and Geotechnics*, vol. 39, p. 85-97.
- [BOU 13] Bourdim S.M.A., Djedid A., Boumechra N., « Treatment of a Landslide on the Section of East-West Highway in Algeria », 6th Engineering and Technology Symposium, Çankaya University, April 25-26 2013, Ankara Turkey, ISBN: 978-975-6734-15-5, p. 33-37.
- [BOU 16] Bourdim S.M.A., Boumechra N., Djedid A., « Numerical model calibration, case of dynamic behavior of a soil-retaining wall system », *J. Mater. Environ. Sci.*, Vol 7 (3), 2016, p. 1048-1055.
- [BRI 03] Brinkgereve R., Vermeer P., *PLAXIS Version 8, Scientific manual*, 2003, DELFT University of Technology, Pays-Bas.
- [BRI 03] Brinkgereve R., Vermeer P., *PLAXIS Version 8, Dynamic manual*, 2003, DELFT University of Technology, Pays-Bas.
- [CHE 15] Chekroun L.H., Boumechra N., Djedid A., « Behavior of a pile group (3×3) subjected to lateral loading », *J.Mater. Environ. Sci.*, Vol 6 (11), 2015, p. 3319-3328.
- [CIT 14] CITIC-CRCC., *Plan de traitement du glissement de PK52+040~220-Indice G*, Projet Autoroute Est-Ouest Algérie, 2014.
- [LAO 06] Laouami N., Slimani A., Bouhadad Y., Chatelain J., Nour A., « Evidence for fault-related directionality and localized site effects from strong motion recordings of the 2003 Boumerdes (Algeria) earthquake: Consequences on damage distribution and the Algerian seismic code », *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, vol. 26, 2006, p. 991-1003.
- [YUN 00] Yun-Suk C., *Etude numérique de l'interaction sol-pieu-structure sous chargement sismique*, Thèse de Doctorat, Université des Sciences et Technologies de Lille, 2000.