

REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE DE M'SILA

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER

Filière : Génie civil

Spécialité : Structures

Présenté par

ZOULEYKHA DJEFFAL

Thème

**RENFORCEMENT PAR CLOUAGE
ET SOUTÈNEMENT D'UN VERSANT NATUREL
INSTABLE URBANISE**

(Application au cas du versant de Tizi N'Bechar - wilaya de Sétif)

Proposé et dirigé par :

KHEMISSA Mohamed, Professeur, Encadreur

SEDDIKI Ahmed, Maître assistant classe(A), Co-Encadreur



Promotion : Juin 2014

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

LISTES DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

ملخص

RESUME

ABSTRACT

LISTE DES NOTATIONS

INTRODUCTION GENERALE..... 1

PREMIERE PARTIE : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

| | |
|--|----|
| Chapitre premier..... | 3 |
| Les Glissements de Terrain | 3 |
| 1.1. Définition d'un glissement de terrain | 3 |
| 1.2. Caractérisation des glissements..... | 3 |
| 1.3. Aspect général des glissements | 4 |
| 1.4. Les causes de glissements | 5 |
| 1.5. Coefficient de sécurité..... | 6 |
| Deuxième Chapitre..... | 7 |
| Méthodes de Calcul De La Stabilité Des Talus..... | 7 |
| 2.1. Introduction | 7 |
| 2.2. Les principales méthodes De Calcul | 7 |
| 2.3. Les méthodes basées sur l'équilibre limite..... | 7 |
| 2.4. Etude de stabilité en zone sismique..... | 10 |
| 2.4.1. La méthode pseudo-statique | 10 |
| 2.4.2. La méthode dynamique directe | 10 |
| 2.5. Calcul Automatique A l'Aide d'Ordinateur | 11 |
| 2.6. La méthode basée sur les éléments finis..... | 11 |
| Troisième Chapitre..... | 12 |
| Méthode de Confortement des Talus..... | 12 |
| 3.1. Introduction | 12 |
| 3.2. Techniques de renforcement..... | 12 |
| 3.2.1. Les différentes techniques de Confortement..... | 13 |
| 3.2.2. Les palplanches | 15 |
| 3.2.3. Le clouage | 18 |

| | |
|---|----|
| Quatrième Chapitre | 21 |
| Outils numériques de calcul | 21 |
| 4.1. Introduction | 21 |
| 4.2. Le Logiciel TALREN..... | 22 |
| 4.3. Le code PLAXIS | 23 |
| Cinquième Chapitre..... | 28 |
| L'INTERACTION SOLS STRUCTURES | 28 |
| 5.1. Introduction | 28 |
| 5.2. Généralités..... | 28 |
| 5.3. Les effets de l'ISS | 33 |
| 5.4. Modélisation de l'ISS | 34 |
| 5.5. Equation générale formulant un problème d'ISS | 35 |
| 5.6. Les différentes méthodes pour prendre en compte l'ISS..... | 35 |
| 5.7. Intéraction sol armature..... | 37 |
| 5.7.1. Frottement le long du clou..... | 38 |
| 5.7.2. La dilatance | 39 |

DEUXIEME PARTIE : ETUDE NUMERIQUE

| | |
|--|--------|
| Sixième Chapitre | 41 |
| ETUDE PRATIQUE DU CAS DU TALUS AMENAGE DE TIZI N'BECHAR..... | 41 |
| 6.1. Localisation du versant..... | 41 |
| 6.2. Reconnaissance du site:..... | 41 |
| 6.3. Calcul de la Stabilité..... | 43 |
| 6.3.1. Le profil naturel du talus étudié: | 43 |
| 6.3.2. Calcul de la stabilité à l'aide du logiciel TALREN..... | 43 |
| 6.3.3. Calcul de la stabilité à l'aide du code PLAXIS | 45 |
| 6.4. Synthèse..... | 51 |
| CONCLUSIONS GENERALES..... | 52 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 53 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| Tableau 1.1 : Les valeurs de FS en fonction de l'importance de l'ouvrage | 6 |
| Tableau 3.1. : Techniques de renforcement suivant les éléments de renforcement utilisés. | 12 |
| Tableau 6.1. : Caractéristiques géotechnique des couches de sols | 42 |
| Tableau.6.2 : Valeurs du coefficient d'accélération de zone..... | 42 |
| Tableau.6.3 : Valeurs des coefficients pseudo-statiques horizontal et vertical. | 43 |
| Tableau 6.4. : Coordonnées cartésiennes des nœuds du talus de référence..... | 43 |
| Tableau 6.5. : Valeurs du facteur de sécurité pour talus sans renforcement | 44 |
| Tableau 6.6. : Caractéristiques des clous utilisés | 44 |
| Tableau 6.7.: Valeurs de FS selon le nombre de clou et la méthode de calcul utilisée | 45 |
| Tableau 6.8. : Valeurs du facteur de sécurité en fonction du nombre de clous..... | 46 |
| Tableau 6.9. : Valeurs du Facteur de sécurité | 48 |
| Tableau 6.10. : Valeurs des efforts dans les sept clous. | 49 |
| Tableau 6.11. : Valeurs des efforts dans le pieu..... | 50 |
| Tableau 6.12. : Valeurs des efforts dans le pieu..... | 51 |
| Figure 3.8 : Les différences introduites pour prendre en compte l'ISS | 36 |
| Figure 5.9 : Différents efforts s'exerçant sur un clou a) frottement et b) cisaillement..... | 37 |
| Figure 5.10 : Effort normal qui s'applique sur le coulis soumis à une traction..... | 38 |
| Figure 5.11 : Dilatance et contraction..... | 39 |
| Figure 5.12 : La prise en place, modifie la contrainte s'exerçant sur l'ier tension..... | 39 |
| Figure 5.13 : Profil des contraintes dans le sol, autour du clou..... | 40 |
| Figure 5.14 : La contrainte qui s'exerce sur le clou en cas de scellement..... | 40 |
| Figure 6.1 : Plan de situation de la ville de Tizi N'Dechar..... | 41 |
| Figure 6.2 : Valeur du Facteur de Sécurité du Talus non renforcé..... | 44 |
| Figure 6.3 : Valeur du Facteur de Sécurité selon BISHOP du Talus renforcé par trois clous..... | 45 |
| Figure 6.4 : Profil du talus de référence pour le calcul avec PLAXIS..... | 46 |
| Figure 6.5 : Déplacements totaux pour le talus renforcé par clous..... | 46 |
| Figure 6.6 : FS pour le talus renforcé par clous et par remblai soutenu par pilotage..... | 47 |
| Figure 6.7 : Type de Bloc de Bétonnets proposés..... | 47 |
| Figure 6.8 : Profil du talus de aménagé étudié..... | 48 |
| Figure 6.9 : Déplacement totaux du talus sous l'effet combiné O+M+E..... | 48 |
| Figure 6.10 : Déplacement totaux du talus sous l'effet de chargement combiné..... | 49 |
| Figure 6.11 : Déplacement et Efforts internes dans la Palplanche sous effet combiné..... | 49 |
| Figure 6.12 : Moments fléchissant sur la superstructure sous l'effet de chargement combiné..... | 49 |

ملخص

الهدف من هذا البحث هو دراسة استقرار المنحدرات الترابية. الجزء الاول هو ملخص لاهم المراجع التي تتناول الى طرق دراسة الميول الترابية و تقنيات تدعيمها. كما يتناول محاكات رقمية باستعمال برامج خاصة في هذا المجال. هذا التماثل يمكن من مقارنة نتائج حساب معامل الامن لانزلاق المنحدرات بطرق مختلفة وباعتماد القوانين الجزائرية المعتمدة. الجزء الثاني هو تطبيق عملي على منحدر يقع بتيزي نبشار بولاية سطيف، لدراسة استقراره وكيفية تدعيمه.

الكلمات المفاتيح : استقرار- تدعيم -محاكات رقمية - معامل الامن.

Résumé

Le travail présenté dans ce mémoire a pour but d'analyser la stabilité des terrains en pente. Le premier partie est une synthèse bibliographique sur les méthodes d'analyse de la stabilité des pentes et sur les techniques de leur confortement. Et comme comporte une modélisation numérique à l'aide du logiciel TALREN et du code de calcul par éléments finis PLAXIS. Cette modélisation consiste en une analyse comparative des résultats des calculs du coefficient de sécurité au glissement par différentes méthodes, avec la mise en œuvre de la réglementation parasismique algérienne en vigueur. La deuxième partie est une application pratique à l'étude de la stabilité et de la stabilisation d'un talus situé dans la commune de Tizi N'Bechar (wilaya de Sétif).

Mots clés : stabilité – terrains en pente – confortement – modélisation numérique – coefficient de sécurité – éléments finis - TALREN- PLAXIS.

Abstract

The purpose of the work presented in this memory is to analyse stability of landslide. The first part is a literature review on methods for analyzing the stability of slopes and stabilization techniques for reinforcement. And it is contains a numerical modeling using the software TALREN version 4 and the code of finite element PLAXIS. This model consists of comparative analysis of calculation results of safety factor to slipping by different methods with implementation of the algerian para-seismic code. The second part is a practical application to the study of stability and stabilization of an embankment reinforcement located at Tizi N'Bechar (wilaya of setif) in algeria.

Key words: stability-slope-reinforcement- numerical simulation-safety factor-finite elements-TALREN-PLAXIS.