

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
Université Ferhat Abbas Sétif 1
Institut d'Architecture et des
Sciences de la Terre
Département des Sciences de la Terre

جامعة فرحات عباس – سطيف

معهد الهندسة المعمارية وعلوم الأرض

قسم علوم الأرض



Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de
Master en Géologie de l'Ingénieur

THEME :

Etude de l'influence de glissement du portail nord sur la
stabilité de tunnel de sidi aich
(Wilaya de Bejaia, NE Algérien)

Présenté par

Talbi Hillal

Bouizeri Billal

DEVANT LE JURY :

Président :	Mr. Laghoug Yacine	MAA université de sétif-1-
Encadreur :	Dr. Zahri Farid	MCB université de sétif-1-
Examineur :	Dr. Hadji Rihab	MCA université de sétif-1-
Co-encadreur :	Mr. Ouchene Abdeslam	Ingénieur Géologue

Promotion : 2017/2018

ملخص

يتناول هذا العمل مشكلة الاستقرار في الرأس الشمالي لنفق سيدي عايش (بجاية) ، وقد تم حفرها في ظروف صعبة وغالباً في تربة ذات خصائص ميكانيكية ضعيفة. عدم استقرار هذا النفق بسبب التكسير الطبيعي الكبير للتضاريس.

تم استخدام التوصيات التجريبية من RMR Classification لتحديد جودة الأرض وطريقة الحفر وتوجيه اختيار نوع قريب من الدعم NATM.

لهذا الغرض ، تم تطوير طريقة حسابية لنمذجة هذه الصخور المتصدع. تسمى "MED" ، وهي تسعى إلى مراعاة الطبيعة المتقطعة للبيئة الصخرية. تتم صياغة هذه الطريقة من خلال وضع حساب DEC3. **الكلمات الرئيسية:** النفق ، الاستقرار ، التكسير ، MED (طريقة العنصر المميز) ، DEC3.

Résumé

Ce travail traite le problème de stabilité de la tête nord du tunnel de Sidi-Aich (Bejaia), creusé dans des conditions difficiles et souvent dans des sols de faibles caractéristiques mécaniques. L'instabilité de ce tunnel dus à l'importante fracturation naturelle des terrains.

On a fait également appel aux recommandations empiriques de celle de Classification RMR pour définir la qualité du terrain, ainsi que la méthode d'excavation et pour orienter le choix d'un type de soutènement à adapter NATM (New Autrichian Tunneling Method).

A cet effet, une méthode de calcul s'est développée pour modéliser ce comportement rocheux fissuré appelée MED (Méthode des Eléments Distinct), elle cherche à prendre en compte le caractère discontinu du milieu rocheux. Cette méthode est formulée par le mode de calcul 3DEC.

Mots clé : Tunnel, Stabilité, Fracturation, MED (Méthode des Eléments Distinct), 3DEC.

Abstract

This work deals with the stability problem of the north head of the Sidi-Aich tunnel (Bejaia), dug in difficult conditions and often in soils with weak mechanical characteristics. The instability of this tunnel due to the large natural fracturing of the terrain.

The empirical recommendations of RMR (Rock Mass Rating) Classification to define the quality of the ground, as well as the method of excavation and to guide the choice of a type of retaining to adapt NATM (New Autrichian Tunneling Method).

For this purpose, a calculation method has been developed to model this cracked rock behavior. Called DEM (Distinct Element Method), it seeks to take into account the discontinuous nature of the rocky environment. This method is formulated by the 3DEC calculation mode.

Keywords: Tunnel, Stability, Fracturing, DEM (Distinct Element Method), 3DEC.

SOMMAIRE

DEDICACE	I
REMERCIEMENT.....	II
RESUME.....	III
LISTE DES TABLEAUX.....	IV
LISTE DES FIGURES.....	VI
LISTE DES ABRIVIATIONS.....	IIX
LISTE DES SYMBOLES.....	IX
SOMMAIRE.....	XI
INTRODUCTION GENERALE.....	XV

Partie bibliographique

Chapitre I : Classification de massif rocheux

I.1. Introduction	3
I.2. Classification des massifs rocheux.....	3
1.Désignation de la qualité des roches (RQD) ;	3
2.La valeur de la masse rocheuse (RMR) ;	3
3.Rock Tunneling Quality Index (Q);	3
4.Geological Strength Index (Hoek et Brown, 1995) ;	3
5.Recommandation d'AFTES (Association Française des Tunnels et de l'Espace Souterrain).....	3
Corrélations entre les différentes méthodes de classification	7
I.3. Caractérisation géométrique et mécanique des discontinuités dans les massifs rocheux.....	8
I.3.1. Caractéristiques géométriques des discontinuités :	8
I.3.2. Caractérisation mécanique des discontinuités :	9
1. Comportement d'un joint en compression :	11
2. Comportement d'un joint en cisaillement :	12
I.4. Conclusion :	14

Chapitre II : Conception d'un tunnel

II.1. Introduction	15
II.2. Le projet d'un tunnel.....	15
II.3. Les phases de réalisation d'un tunnel.....	15
II.3.1 Creusement	16
II.3.1.1. Différents modes de construction.....	16
II.3.1.1.1 Creusement en pleine section.....	16

II.3.1.1.2 Creusement par demi-section supérieure.....	16
II.3.1.1.3 Creusement en sections divisées.....	16
II.3.1.2 Techniques de creusement.....	17
II.3.1.2.1 Creusement à l'explosif.....	17
II.3.1.2.2 Creusement mécanique des tunnels au rocher.....	18
II.3.1.2.3 Creusement mécanique des tunnels dans les terrains meubles.....	19
II.3.2. Purge et marinage.....	20
II.3.3. Soutènements.....	20
II.3.3.1 Rôle du soutènement.....	20
II.3.3.2 Mode d'action de soutènement.....	21
II.3.4 Revêtement.....	23
II.3.4.1 Les principales fonctions du revêtement.....	23
II.3.4.2 Les différents types de revêtement.....	23
II.3.5 Etanchement des tunnels.....	24
II.3.5.1 Principes des méthodes.....	24
II.3.5.2 Type de produits d'étanchéité.....	25
II.4. Risques liés aux tunnels urbains et ouvrages souterrain.....	25
1- Effondrements structuraux partiel ou totaux ;.....	26
2- Désordres.....	26
3- Des fermetures extrêmes (convergences).....	26
4- Des inondations.....	26
5- Des tassements en surface ou des tassements différentiels dans les tunnels immergés.....	26
II.5. Conclusion.....	26

Partie Expérimentale

Chapitre III : Présentation et classification de site d'étude

III.1. Introduction.....	29
III.2. Présentation du projet.....	29
III.3. Présentation de la pénétrante Béjaia-Ahnif.....	29
III.4. Description générale du site.....	30
III.4.1. Situation topographique et géomorphologique.....	30
III.4.2. Climat et météorologie.....	31
III.4.3. Hydrologie et hydrogéologie.....	33
III.4.3.1. Hydrologie.....	33

III.4.3.2 Hydrogéologie	35
III.4.4. Géologie du site.....	35
III.4.4.1. Géologie régionale.....	35
III.4.4.2 géologie locale	38
III.4.5. Tectonique.....	42
III.4.6. Sismicité	43
III.5. Description du tronçon étudié.....	43
III.5.1. Présentation de cas d'étude	43
III.5.2. Reconnaissance géologique de surface de la région traversée par le tunnel ...	44
III.5.3. Etudes géotechniques effectuées dans la zone d'étude	46
III.5.3.1 Essais in-situ :.....	46
III.5.3.2 Essais en laboratoire :.....	51
III.5.3.3 Essai inclinométrique	54
III.5.3.3.1 Arrangement des inclinomètres	55
III.5.3.3.2 Mesures inclinométriques des déplacements.....	55
III.6. Classification de zone d'étude traversé par le tronçon de tunnel étudiée.....	56
III.6.1. Application de RMR à la zone d'étude.....	56
III.6.2. Interprétation des résultats de RMR :.....	58
III.6.3. Le mode de creusement et de soutènement recommandé par le système de classification RMR du tronçon étudiée.....	58
III.7. Conclusion	61

Partie Modélisation

Chapitre IV : Etude de Stabilité de talus de la tête nord de tronçon étudiée

IV.1. Introduction	62
IV.2. Le modèle de comportement	62
Modèle de Mohr-Coulomb :.....	62
IV.3. Stabilité de talus excavés dans les massifs rocheux fracturés	62
IV.3.1. Etude des discontinuités.....	63
IV.3.2. Projection stéréographe des familles des discontinuités	64
IV.4. Méthode des éléments distincts (DEM).....	66
IV.5. Présentation de logiciel 3DEC.....	67
IV.6. Modélisation du talus avec 3DEC (Itasca 2004) :	67
IV.6.1. Propriétés physico-mécaniques des couches :	68
IV.6.2. Propriétés physico-mécaniques des discontinuités :.....	69

IV.6.3. Etude de stabilité du talus :	70
Etape Initial :	71
Etape 1 : Etape de consolidation.	71
Etape 2 : Talus excavé en gradins	73
Phase 3 : Renforcement du talus avec des clous ancrés et béton projeté	74
VI.7. Conclusion :	75

Chapitre V : Analyse en éléments distincts de la stabilité du tunnel

V.1 Introduction.....	76
V.2 Procédure de modélisation :	76
1. Dimensions du modèle :	76
2. Géométrie de la section du tunnel :	76
3. Caractéristiques géotechniques des couches et des discontinuités :	77
4. Caractéristiques géométriques et physiques des matériaux de soutènement :	77
V.3 Etapes de modélisation :	79
Etape 1 : Conditions aux limites :	81
Etape 2 : l'excavation selon la méthode RCD.	81
Etape 3 : mise en place des éléments de renforcement (béton projeté + cintres HEB 220)	84
Etape 4 : Modélisation du revêtement final.	87
V.4 Conclusion	88
Conclusion générale.....	89
Reference bibliographique	
Annexe I	90
Annexe II	99
Annexe III	105
Annexe IV	120