

Université Ferhat Abbas Sétif 1
Institut d'Architecture et des
Sciences de la Terre
Département des Sciences de la Terre

جامعة فرحات عباس - سطيف 1
معهد الهندسة المعمارية وعلوم الأرض
قسم علوم الأرض



Mémoire de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du
diplôme de Master en Géologie
Option : Géologie de l'ingénieur et géotechnique

THEME :

*Analyse de stabilité par modélisation
numérique d'une section du tunnel T2 de
Kherrata. Wilaya de Bejaïa*

Présenté par

Ben mekidèche Hiba

DEVANT LE JURY :

Présidente : Mm.Boubazin leila

Encadreur : Dr.Zahri farid

Co-encadreur : Mahleb anissa

Examineur : professeur Hadji rihab

Promotion : 2020/2021

Résumé :

La prise en compte de problème de glissement du tunnel (02) de Kherrata creusé dans un terrain mouillé constitue un élément très important dans l'étude de stabilité de

L'ouvrage. C'est dans ce cadre que s'inscrivent les travaux présentés dans ce mémoire.

On a estimé les différents éléments constituant le système de soutènement du tunnel à

Partir de système de classification BIENIAWSKI.

Le comportement de l'ouvrage est déterminé par un calcul numérique en éléments finis

« MEF », au moyen du code de calcul Plaxis-2D-Tunnel qui base sur la modélisation en deux dimensions du tronçon étudié et finit par la détection des différents déplacements.

Pour valider l'efficacité des recommandations précédentes et assurer la stabilité du tunnel.

Mots clés : glissement, tunnel, soutènement, calcul numérique, plaxis 2D, modélisation, stabilité, déplacement, MEF,

Abstract

Taking account of the landslide problem of the Kherrata tunnel dug in wet terrain is a very important element in the stability study of the structure. This is the framework for the work presented in this brief. The various components of the tunnel support system were estimated from the BIENIAWSKI classification system. The behaviour of the work is determined by a numerical calculation in finite elements «MEF», using the Plaxis-2D-Tunnel calculation code which bases on the two-dimensional modelling of the study section and finite by the detection of displacements. To validate the effectiveness of previous recommendations and ensure tunnel stability.

Keywords: sliding, tunnel, supports, numerical calculation, plaxis

ملخص:

الأخذ بالاعتبار لمشكل انزلاق نفق خراطة -2- المحفور بترربة رطبة نوعا ما يعتبر عنصرا أساسيا في دراسة استقرار النفق و في هذا الاطار تعرض الاعمال المقدمة في هذه المذكرة حيث استطعنا تخمين مختلف عناصر نظام دعم النفق من خلال نظام التصنيف ' بينيوسكي ' و قد تمت برهنة بنية النفق اعتمادا على الحساب العددي بالعناصر المحدودة ' ط.ع.م ' باستخدام كود الحساب (برنامج بلاكسيس - 2 ابعاد) الذي يستند الى النمذجة الرقمية ببعدين للجزء المدروس من النفق و تنتهي بتحديد مختلف قياسات الازاحة لتحقيق من فعالية نظام الدعم المقترح .

الكلمات المفتاحية: انزلاق - نفق - نظام دعم - حساب عددي - بلاكسيس - نمذجة رقمية - استقرار - إزاحة - ط.ع.م

Remerciement

Dédicace

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Listes des abréviations et symboles

Introduction générale

	Chapitre I : Généralité sur les tunnels	page
I.1	Introduction	3
I.2	Définition des tunnels	3
I.3	Les types des tunnels	3
I.4	Creusement et soutènement des tunnels	4
I.4.1	Creusement Dans Sol Meuble	4
I.4.1.1	La méthode de creusement au tunnelier	5
I.4.2	Creusement De Rocher	6
I.4.2.1	Creusement Par La Brise Roche	6
I.4.2.2	creusement par Explosive	6
I.5	Techniques de creusement	8
I.5.1	Creusement en pleine section	8
I. 5.2	Creusement en demi-section	8

I.5.3	<i>Creusement en section divisée</i>	<i>9</i>
I.6	<i>Classification des modes de soutènement</i>	<i>9</i>
I.7	<i>Techniques de présoutènement dans le creusement des tunnels</i>	<i>10</i>
I.7.1	<i>La nouvelle méthode autrichienne (N.M.A)</i>	<i>10</i>
I.7.2	<i>traitement par l'injection de consolidation</i>	<i>11</i>
I.8	<i>le Revêtement dans les tunnels</i>	<i>11</i>
I.9	<i>l'utilité des étanchéités</i>	<i>11</i>
I. 10	<i>Ventilation De Construction</i>	<i>12</i>
I.11	<i>Conclusion</i>	<i>13</i>
	<i>Chapitre II :</i> <i>Méthodes de classification et dimensionnement des tunnels</i>	
II.1	<i>Introduction</i>	<i>15</i>
II.2	<i>les discontinuités dans les massifs rocheux</i>	<i>15</i>
II.3	<i>Système de classification des massifs rocheux</i>	<i>15</i>
II.3.1	<i>Indice de qualité de la roche (R.Q.D)</i>	<i>15</i>
II.3.2	<i>Classification d'AFTES</i>	<i>16</i>
II.3.3	<i>Le Rock Mass Rating (RMR)</i>	<i>17</i>
II.3.4	<i>Le Q-system</i>	<i>18</i>
II.4	<i>les méthodes de dimensionnement des tunnels</i>	<i>19</i>
II.4.1	<i>Les méthodes empiriques et semi empiriques</i>	<i>20</i>
II.4.1.1	<i>Méthode de Barton</i>	<i>20</i>
II.4.1.2	<i>Méthode de Bieniawski</i>	<i>20</i>
II.4.1.3	<i>Théorie de Terzaghi</i>	<i>21</i>
	<i>α-Estimation de la charge</i>	<i>21</i>

	<i>b- Effet de voûte et période d'accroissement de charge</i>	22
<i>II.4.1.4</i>	<i>Milieu continue équivalent de Hoek-Brown</i>	24
<i>II.4.1.4. a-</i>	<i>La classification GSI:(Geological Strength Index)</i>	24
<i>II.4.2.</i>	<i>Les méthodes analytiques</i>	
	<i>a-Les méthodes analytiques élastiques</i>	25
	<i>b-Les méthodes analytiques élasto-plastique</i>	25
	<i>c-La méthode de convergence-confinement</i>	25
	<i>d-Les méthodes analytiques des blocs</i>	26
<i>II.4.3</i>	<i>Les méthodes numériques</i>	26
<i>II.4.3.1</i>	<i>Méthode des éléments finis</i>	27
<i>II.4.3.2</i>	<i>La méthode de la réaction hyperstatique</i>	27
<i>II.5</i>	<i>Conclusion</i>	28
	<i>Chapitre III : Géologie régionale et locale du site étudié</i>	
<i>III.1</i>	<i>Introduction</i>	30
<i>III.2</i>	<i>Situation géographique de kherrata</i>	30
<i>III.3</i>	<i>L'élévation de la zone d'étude</i>	30
<i>III.4</i>	<i>Climatologie</i>	31
<i>III.5</i>	<i>Température</i>	31
<i>III.6</i>	<i>Le vent dominant</i>	32
<i>III.7</i>	<i>Pluviométrie</i>	32
<i>III.8</i>	<i>Le réseau hydrographique de la zone étudiée</i>	32
<i>III.9</i>	<i>L'exposition des versants</i>	33
<i>III.10</i>	<i>Géologie locale</i>	34
<i>III.11</i>	<i>Géologie régionale</i>	35
<i>III.11.1</i>	<i>Nappe numidienne</i>	36
<i>III.11.1.1</i>	<i>les problèmes posés par la position tectonique du Numidien Dans le temps</i>	37

III.11.1.2.	<i>les problèmes posés par la position tectonique du Numidien Dans l'espace</i>	37
III.11.2	<i>le Domaine Tellien (D. externe) et l'Avant Pays</i>	38
	<i>a- les nappes ultra-telliennes (épi)</i>	38
	<i>b- les nappes telliennes sensu-stricto (Méso)</i>	38
	<i>c- les nappes péni-telliennes (Infra)</i>	38
	<i>d- séries de l'avant-pays allochtone (telliens)</i>	38
	<i>d.1- l'ensemble allochtone sud-sétifien</i>	38
	<i>d.2- la « nappe néritique constantinoise</i>	38
	<i>d.3- l'unité des « écailles des Sellaoua »</i>	38
III.12	<i>Conclusion</i>	39
	<i>Chapitre VI : Présentation du tunnel de kherrata</i>	
IV .1	<i>Introduction</i>	41
IV.2	<i>Présentation général du projet</i>	41
IV.2.1	<i>Situation géographique</i>	41
IV.2.2	<i>Coupe longitudinale de T2</i>	42
IV.3	<i>présentation du contexte</i>	42
IV.4	<i>Reconnaissance des sols</i>	43
IV.4.1	<i>Tomographie électrique</i>	43
IV.4.1.1	<i>Résultats d'investigation géophysique</i>	44
IV.4.1.2	<i>Interprétation des résultats du profil n°01</i>	44
IV.5	<i>L'orientation des joints dans le tunnel 02</i>	45
IV.6	<i>Classification des Masses Rocheuses (Rock Class RC)</i>	45
IV.7	<i>Géométrie du tunnel 02 de kherrata</i>	47
IV.8	<i>Les moyens de soutènement utilisés</i>	47
IV.9	<i>Les étapes de conception géotechnique des soutènements</i>	48
IV.10.	<i>les problèmes rencontrés dans le site</i>	49

IV.11	<i>les solutions adoptés pour éviter le problème de glissement</i>	51
IV.12	<i>Conclusion</i>	52
	<i>Chapitre V : Étude numérique et analyse paramétrique du projet</i>	
V.1	<i>Introduction</i>	54
V.2	<i>Classification géo mécanique du tronçon étudié</i>	54
V.3	<i>Caractéristiques géotechniques du massif</i>	54
V.4.1	<i>Les éléments utilisés dans le système de soutènement</i>	55
V.4	<i>Modélisation bidimensionnelle du tunnel par la méthode des éléments finis</i>	56
V.4.2	<i>Les étapes de modélisation</i>	56
V.4.2.1	<i>Création du modèle</i>	56
V.4.2.2	<i>Conditions aux limites</i>	57
V.4.2.3	<i>Génération du maillage</i>	57
V.4.2.4	<i>Conditions initiales</i>	58
V.4.2.5	<i>Exécution de l'excavation du tunnel</i>	59
V.4.2.6	<i>Calcul des déformations (déplacement) dus au creusement du tunnel</i>	59
V.4.3	<i>interprétation du résultat de modélisation du modèle sans soutènement (sans activation des boulons et géogrid)</i>	63
V.4.4	<i>Etude comparative entre les déplacements Utot dans le modèle avec soutènement et sans soutènement</i>	67
V.10	<i>Conclusion</i>	70
	<i>Conclusion générale</i>	71
	<i>Références bibliographiques</i>	72
	<i>Annexes</i>	73

<i>Figures</i>	<i>Titres</i>	<i>Pages</i>
	<i>Chapitre I :</i>	
<i>Figure I.1</i>	<i>tunnel de kherrata – wilaya de Bejaïa</i>	<i>3</i>
<i>Figure I.2</i>	<i>Phasage du creusement</i>	<i>5</i>
<i>Figure I.3</i>	<i>creusement au tunnelier</i>	<i>5</i>
<i>Figure I.4</i>	<i>le forage des trous par la foreuse (jumbo)</i>	<i>6</i>