

ETUDE DE LA STABILITE DES TUNNELS PAR MODELISATION NUMERIQUE

HEZAIMIA ILYES^{1*}, BOUKELLOUL MOHAMMED-LAID², MERAH CHAFIA³

1* 3 Département de Génie des Mines Université Larbi Tebessi – Tébessa
12002 Algérie

2 Département des Mines, Université B. M. Annaba, 23000 Algérie.

Résumé:

Le creusement du tunnel demande une étude de stabilisation qui a un intérêt très important. Les mouvements qui sont induit au niveau du front de taille ont conduit d'innover plusieurs techniques de renforcement qui sont particulièrement importants dans les conditions géologiques défavorables.

Le but de cet article est d'étudier numériquement la stabilité d'une section du tunnel T4 de l'autoroute Est-Ouest d'ALGERIE. La modélisation concerne aux méthodes qui ont été utilisé pendant les travaux de creusement du tunnel T4 tels que NATM (La Nouvelle Méthode Autrichienne) et FIT (Fibre Injection Tube). La modélisation consiste à comparer entre la NATM qui se base sur l'excavation séquentielle et la méthode FIT qui est un mélange entre la méthode NATM et ADECO.RS.

Les résultats de la modélisation numérique aux éléments finis à l'aide du code de calcul Plaxis 3D ont permis de prouver l'efficacité de la méthode FIT par rapport à la NATM.

KEYWORDS: Tunnel; modélisation numérique; méthode FIT; méthode NATM; plaxis.

I. INTRODUCTION

Lors d'excavation des ouvrages souterrain, la stabilité du terrain est le critère le plus intéressant en terme de sécurité. Les mouvements au niveau de front de taille sont les problèmes très importants puisque la surface latérale et généralement soutenu surtout dans les conditions géologiques défavorables telles que les argilites et les schistes. Plusieurs techniques de renforcement du tunnel ont utilisé dans les années précédentes, Parmi ces méthodes les plus utilisé qui ont été appliqué dans l'excavation du T4 on a : NATM (la nouvelle méthode autrichienne) ; ADECO.RS (analyse des déformations contrôlée dans les roches et les sols). NATM est une méthode de renommée internationale, basé sur l'application d'une interaction entre un massif excavé et le soutènement. Elle a un but de concevoir le terrain autour du tunnel [3] non seulement comme une charge mais comme une force portante élément de soutien. ADECO.RS est une conception de pré-confinement a donné des résultats exceptionnels, elle est appliqué dans le domaine justement des terrains les plus difficiles [4], elle utilise principalement l'ancrage horizontal de la face du tunnel pour renforcer le noyau d'avancement [5]. Durant l'utilisation de deux méthodes qui ont cité au-dessus, il apparait plusieurs problèmes tels que des convergences au niveau de parois, des extrusions au niveau au front de taille avec des déformations de

la structure de soutènement provisoire, pour cela les ingénieurs de Tunnel T4 ont estimé à créer une méthode qui ont le s'appelle FIT où elle était mélange entre les deux méthodes NATM et ADECO.RS où basé sur l'excavation séquentielle et le renforcement frontal avec les fibres de ver. Dans ce travail nous allons faire une comparaison avec une modélisation numérique aux éléments finis avec le code de calcul plaxis 3D pour connaitre l'effet de la méthode FIT par rapport à la méthode NATM d'après les déplacements à l'axes (x).

II. DESCRIPTION GÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE DU TUNNEL T4

Le tunnel T4 s'inscrit dans le cadre de la mise en œuvre de l'autoroute de l'union Maghrébine (AUM) de longueur d'environ 7000 Km, traversant l'Algérie d'une partie de 1200 km d'une longueur. Le tunnel T4 est un tranche dans la section 4 de l'autoroute EST-OUEST _lot EST.

II.1 Géologie du site

La géologie du massif traversée par le tunnel est essentiellement de l'âge crétacé inférieur (Nappes Telliennes) et se compose de marnes et de calcaires sous forme de blocs fortement pliés et cisailés. Ceux-ci sont recouverts par des dépôts du Quaternaire, comprenant des argiles, des limons et des conglomérats.

II.2 Géométrie de tunnel T4

La coupe transversale de T4, ainsi que les données géométriques relatives sont présentées dans la figure (1),

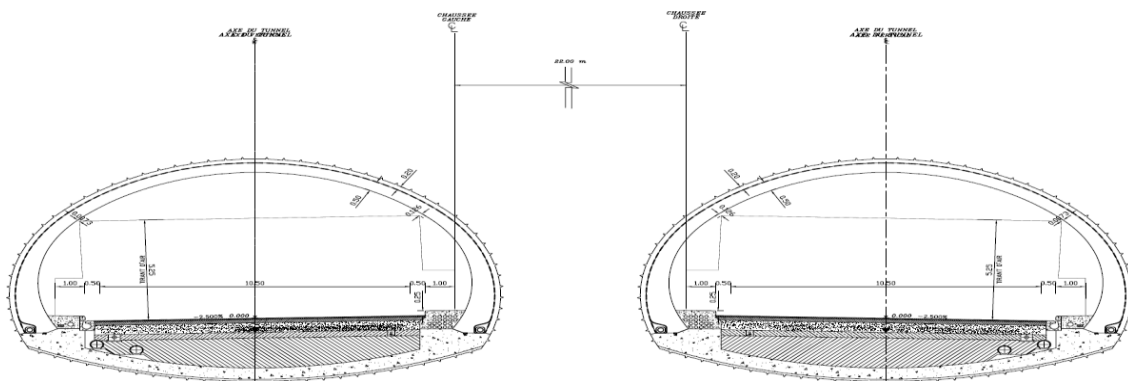


Figure 1: Coupe Transversale du Tunnel T4.

III. L'ANALYSE NUMÉRIQUE AVEC LE CODE PLAXIS 3D

La figure suivante va expliquer et les différences essentielles entre la méthode ADECO.RS et la méthode NATM.

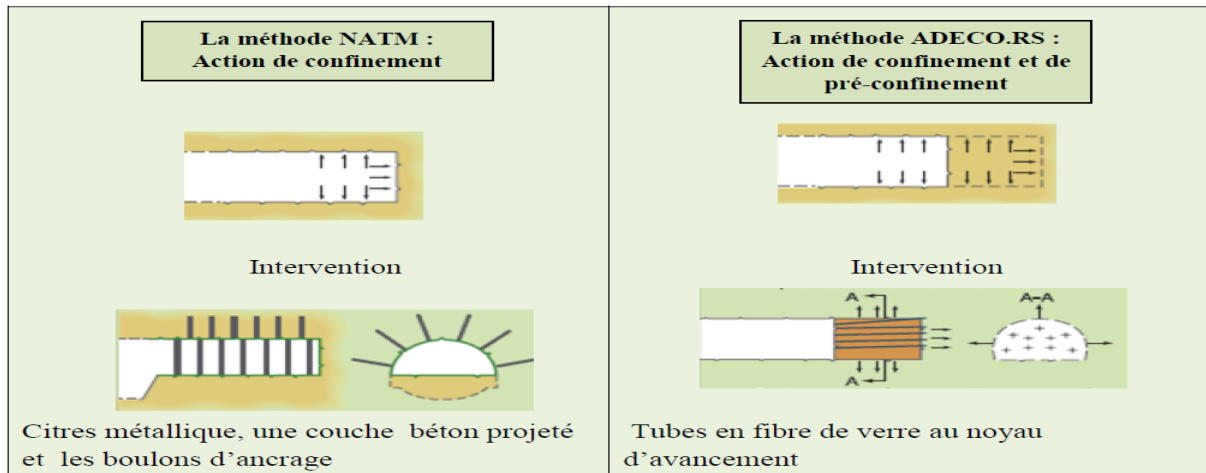


Figure 2. La différence entre la méthode NATM et ADECO.RS. [2]

III.1 Modèle de calcul :

Le modèle élasto-plastique de Mohr-Coulomb a été choisi pour la simulation de notre travail, l'avantage de ce modèle réside dans sa simplicité. Basé seulement à cinq paramètres sont : le module de Young (E), l'angle de frottement (φ), la cohésion (c), l'angle de dilatance (ψ) et le coefficient de Poisson (ν). [6][7]

III.2 Les déplacements à l'axe (U_x) :

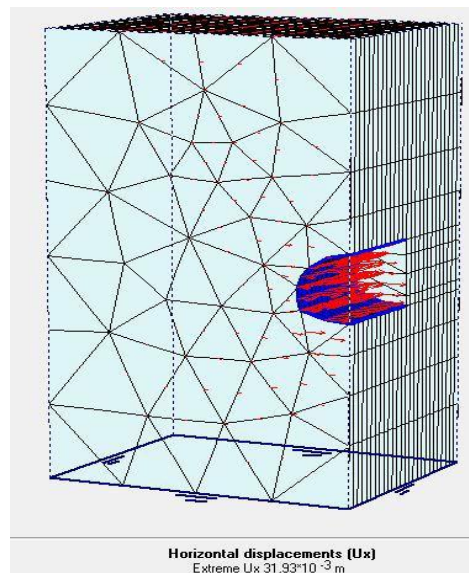


Figure 3 Déplacements à l'axe $U(x)$ Figure) « Phase -6- la méthode NATM ».

Tableau 1: Résultats des déplacements à l'axe $U(x)$.

phase	la méthode NATM (10^{-3} m)	phase	la méthode FIT (10^{-3} m)
phase 1	36,27	phase 3 FIT	25,78
phase2	28,81	phase 4	24,16
phase 3	28,02	phase 6	20,07
phase 4	29,11	phase 8	16,6
phase 5	28,13	phase 9	16,18
phase 6	31,93	phase 10	15,83

IV. DISCUSSION DES RÉSULTATS :

La modélisation a pour but de faire une comparaison entre la méthode NATM et la méthode d'ajustement à partir des résultats de déplacement des axes (X, Y Z) et la déformation volumétrique. En prenant comme exemple les mouvements horizontaux de l'axe U (x). D'après les résultats obtenus on a les déplacements horizontaux à l'axe (Ux) pour la méthode NATM est plus important que la méthode FIT où sa valeur maximale est inférieure à la valeur minimal de la méthode NATM. Les mouvements de terrain se présentent à 64 % pour la méthode NATM par rapport aux déplacements horizontaux aux phases de calcul

V. CONCLUSION

Les confrontations entre les méthodes NATM et FIT montre que l'utilisation de la méthode FIT permet d'obtenir des simulations en bon accord avec les phénomènes réels observés lors du creusement de tunnel. La méthode NATM n'est pas recommandée pour maintenir le front, elle peut s'utiliser dans les cas où le sol est dur. Les propriétés mécaniques (E, C) ont des influences sur le comportement du terrain et la stabilité de l'ouvrage, comme on a évoqué dans ce travail, lors de l'augmentation de module du Young et la cohésion ; la stabilisation du terrain à court terme va augmenter.

Références Bibliographiques

- [1] Agence nationale des autoroutes (2008) ; Rapport de présentation-LOT TUNNEL ;
- [2] Kitchah Fethi (2012) ; Étude numérique de la stabilité d'une section du Tunnel T4 de l'autoroute Est-Ouest ;
- [3] R. Galler et al (2009); The New Guideline NATM – The Austrian Practice of Conventional Tunnelling;
- [4] P.LUNARDI (1993); La stabilité du front de taille dans les ouvrages souterrains en terrain meuble ;
- [5] Linda Černá Vydrová (2015); COMPARISON OF TUNNELLING METHODS NATM AND ADECO-RS;
- [6] Jean-Pierre Janin (2012); Tunnels en milieu urbain : Prévisions des tassements avec prise en compte des effets des pré- soutènements (renforcement du front de taille et voûte-parapluie) ;
- [7] Majid Taromi1 et al (2016); A discrepancy between observed and predicted NATM tunnel behaviors and updating: a case study of the Sabzkuh tunnel.