

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'études présenté en vue de l'obtention du
diplôme master en géologie
Option : Géologie de l'ingénieur**

THEME:

**Etude géologique et géotechnique de la voie du
tramway et de la voirie, Contrôle de qualité de la
mise en œuvre des travaux (ville de Sétif)**

Présenté par

HABOUCHE Safia

DEVANT LE JURY:

Président: Pr. Boukelloul M^{ed} Laid

Université Annaba

Co-encadreur : Mr Aittou Ahmed

Encadreur: Dr. Hadji Riheb

MCA IAST UFAS

Examineur: Dr. Bersi Mohamed

MAB IAST UFAS

Promotion : 2016/2017

Table des matières

Remerciements	
Dédicace	
Liste de matières	
Liste des figures	
Liste des tableaux	

Introduction générale

Chapitre I : cadre géographique et géologique

Introduction	
I.1. Présentation du projet.....	1
I.2. Situation du projet.....	2
I.3. Géologie.....	3
I.3.1. Cadre géomorphologique.....	3
I.3.2. Cadre géologique.....	4
I.3.2.1. Géologie régionale.....	4
I.3.2.1.1. Aperçu sur la Chaîne des maghrébides.....	4
I.3.2.2. Géologie locale.....	5
I.3.2.3. Géologie du site étudié.....	6
I.4. Séismicité locale.....	8
Conclusion	

Chapitre II : Hydro-climatologie

Introduction	
II.1. Le climat.....	9
II.2. Caractéristiques climatiques.....	10
II.2.1. La précipitation.....	10
II.2.2. La température.....	12
II.2.3. La relation précipitation-température.....	14
II.2.4 la neige.....	14
II.3. Bilan hydrique.....	15
II.3.1. Calcul de l'évapotranspiration potentielle.....	15
II.3.2. Calcul de l'évapotranspiration réelle.....	17
II.3.3. Calcul de Ruissèlement.....	18
II.3.4. Calcul de l'infiltration.....	18
II.4. Hydrologie de la région d'étude.....	19
Conclusion	

Chapitre III : Etude géotechnique

Introduction	
III.1. Reconnaissance du site.....	21
III.2. Programme de la campagne de reconnaissance.....	21
III.2.1. Essais in-situ.....	21
III.2.2. Essais au laboratoire.....	21
III.3. Résultat et interprétation de la campagne de reconnaissance.....	22
III.3.1. Essais in-situ.....	22
III.3.1.1. Sondages carottés.....	22
III.3.1.2. Puits de reconnaissance géologique.....	23
III.3.2. Essais au laboratoire.....	26
III.3.2.1. Essais d'identification.....	26
III.3.2.2. Essais physiques.....	28
III.3.2.3. Essais mécaniques.....	30
III.3.2.4. Essais de portance.....	32
Conclusion	

Chapitre IV : Dimensionnement de la voirie

Introduction

IV.1. Composition d'une chaussée.....	35
IV.2. Constitutions des structures de chaussées.....	36
IV.3. Familles de structures de chaussées.....	36
IV.3.1. Les chaussées bitumineuses épaisses.....	36
IV.3.2. Les chaussées à assise traitée aux liants hydrauliques.....	36
IV.3.3. Les structures mixtes.....	36
IV.3.4. Les chaussées en béton de ciment.....	37
IV.3.5. Les structures souples.....	37
IV.3.6. Les structures inverses.....	37
IV.4. Données d'entrée du dimensionnement.....	38
IV.4.1. Vocation de la voie.....	39
IV.4.2. Le trafic.....	39
IV.4.2.1. Classes de trafic.....	39
IV.4.2.2. Classe de trafic selon la norme.....	39
IV.4.2.3. Classe de trafic selon l'APD.....	40
IV.4.3. Plateforme support de chaussée.....	41
IV.4.4. Dimensionnement de l'épaisseur la couche de forme.....	42
IV.4.4.1. Selon le GTR.....	42
IV.4.4.2. Selon l'abaque.....	43
IV.4.5. Données climatiques.....	43
IV.4.6. Durabilité prévue pour les études.....	43
IV.4.7. Facteur de risque.....	43
IV.4.8. Caractéristiques mécaniques pour chaque couche.....	43
IV.4.8.1. Béton-bitumineux.....	43
IV.4.8.2. Grave-bitume.....	44
IV.4.8.3. Couche de forme en GNT.....	44
IV.5. Calcul des structures.....	44
IV.5.1. Paramètre d'étude pour chaque couche.....	44
IV.5.2. Calcul des structures.....	45
IV.5.2.1. Cas d'une chaussée neuve.....	45
IV.5.2.1.1. Calcul des valeurs admissibles.....	46
IV.5.2.2. Cas d'une chaussée renforcée.....	50
IV.5.2.2.1. Démarche de renforcement de chaussée.....	50
IV.5.2.2.2. Etat de la chaussée et la classe de trafic.....	52
IV.5.2.2.3. Calcul de renforcement.....	53
IV.5.2.2.4. La structure proposée.....	55

Conclusion

Chapitre V : contrôle de qualité de la mise en œuvre

Introduction

V.1. Démarche de contrôle de qualité.....	57
V.2. But de contrôle de qualité.....	57
V.3. Etapes de contrôle de qualité de la mise en œuvre.....	58
V.3.1. Provenance des matériaux.....	58
V.3.2. Stockage.....	59
V.3.3. Vérification et réception provisoire des matériaux.....	59
V.3.4. Contrôle et qualité des matériaux.....	59
V.3.5. Epreuve de formulation.....	61
V.3.6. Planches d'essais.....	63

Table des matières

V.3.7. Contrôle de fabrication (production) et de mise en œuvre.....	65
V.3.7.1. Contrôle de la production.....	65
V.3.7.2. Transport des enrobés.....	65
V.3.8. Préparations préalables des surfaces à revêtir.....	66
V.3.8.1. Couche d'imprégnation et couche d'accrochage.....	66
V.3.8.2. Conditions climatiques.....	66
V.3.8.3. Conditions de mise en œuvre.....	67
V.3.8.4. Pourcentage des vides.....	67
V.3.8.5. Nivellement.....	67
V.3.8.6. Rugosité macro-texture.....	67
V.3.9. Non-conformité enregistrée	67
V3.9.1. les étapes de la non-conformité.....	68
Conclusion	
Conclusion générale	
Références bibliographique	
Annexes	

Résumé

Le tracé de la première ligne du tramway de Sétif est en cours de réalisation, il traverse la ville de Sétif d'Est en Ouest, passant par les quartiers denses du centre-ville, sur un itinéraire de 15,2 Km.

L'objectif de ce travail se focalise dans l'étude géologique et géotechnique de cette ligne et de sa voirie, commençant par déterminer le contexte géologique à travers l'interprétation de la carte géologique de Sétif, passant à déterminer le cadre Hydro-climatologique et définir l'hydrologie de la région d'étude, arrivant à l'étude géotechnique où on interprète les résultats de la campagne de reconnaissance effectuée in situ, ainsi que les résultats des essais au laboratoire effectués sur échantillons récupérés des sondages carottés ou prélevés à partir des puits de reconnaissances. Les résultats sont exploités pour suggérer la structure adéquate pour la voirie situant de part et d'autre de la ligne du tramway en utilisant le logiciel ALIZE développé par SETRA, LCPC pour le calcul de dimensionnement, où deux cas ont été traités dans ce mémoire, (chaussée neuve et chaussée renforcée) permettant d'aboutir à une structure précise permettant d'assurer la portance et la stabilité à long terme. En fin de ce travail, on a profité la chance que les travaux sont en cours de réalisation, de suivre les étapes de contrôle de qualité de la mise en œuvre et de décrire la démarche suivie.

Les mots clés : Tramway, Géotechnique, Chaussée, Dimensionnement, Contrôle.

Abstract

The plot of the first line of the Sétif Tramway is in progress, it passes through the town of Sétif from East to West, passing through the dense neighborhoods of the city center, on a route of 15.2 Km.

The objective of this work focuses in the Geological Study and geotechnics of this line and its highways. Starting by determine the geological context through the interpretation of the Geological Map of Sétif, passing by the determination of the Framework hydro-climatological, and define the hydrology of the area of study, arriving at the geotechnical study where an interpretation of the results of the companion of recognition is done in situ. The results of the laboratory tests performed on samples recovered in the cores drills or take samples from wells of recognitions, are exploited to suggest the appropriate structure for the highways located on both sides of the line of the tramway. The use of the software ALIZE developed by SETRA, LCPC to the calculation of sizing, where two cases have been treated in this memory, (New Pavement and reinforced pavement) allowing to reach a specific structure to ensure the flotation and stability in the long term.

At the end of this work, there to take advantage of the jobs that are in progress, to follow the steps to control the quality of the implementation and describe the approach followed.

Keywords: tramway, geotechnical engineering, floor, sizing, checking

ملخص

المسار الاول لخط ترام سطيف في طور الانجاز، الذي يعبر مدينة سطيف من الشرق الى الغرب على مسار يصل الى 15.2 كم . إن الهدف من القيام بهذا العمل يتمحور في دراسة جيولوجية و جيوتقنية لهذا المسار، والطرق التي تحده من كلا الجانبين، بدأ من تحديد السياق الجيولوجي من خلال دراسة خريطة سطيف، تحديد الاطار الهيدرولوجي ومن ثم نتوصل الى الدراسة الجيوتقنية و ذلك بتفسير نتائج اختبارات الموقع، فضلا عن نتائج الإختبارات المخبرية التي أجريت على عينات مستوردة من الحفر الأساسية أو التي جمعت من الآبار.

و تستخدم النتائج في اقتراح الهيكل المناسب لطرق خط الترام، و ذلك باستعمال برنامج ALIZE الذي وضعته SETRA,LCPC من أجل حساب التصميم، حيث تم علاج حالتين في هذه المذكرة (أرضية جديدة، أرضية معززة) المؤدي الى الوصول الى بنية محددة، لضمان قدرة التحمل و الاستقرار على المدى الطويل. في نهاية هذا العمل استفدنا بفرصة اتباع خطوات تنفيذ مراقبة الجودة ووصف النهج المتبع.

كلمات مفتاحية : ترام ، جيوتقنية، أرضية، تصميم، مراقبة.