République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المـــدرســـة الوطنيـــة العليـــا للأشغـال العموميـة
فرنسـيس جانســون
École Nationale Supérieure des Travaux Publics
Francis Jeanson



Mémoire

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'État

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Infrastructures de base

Thème

Etude d'augmentation de la vitesse de la ligne Ferroviaire Mohammadia - Oran sur 78km du PK 15+000 au PK 30+000 avec conception de la gare SIG

Présenté par :

ADDA BENATIA Djamal Addine
AIMOUCHE Moussa Fayçal

Encadré par :

Mr. DERRADJI Ayachi

Promotion 2022 / 2023

© ENSTP-FJ – Garidi – Vieux Kouba

REMERCIEMENT

Au premier lieu, nous tenons à remercier Dieu qui nous a donné le courage et la volonté pour terminer ce travail.

Nous tenons à remercier vivement tous ceux qui m'ont aidé à élaborer ce projet et en particulier mon encadreur Mr. AYECHI DERDJI pour sa disponibilité permanente, pour son aide et ces orientations précieuses, tout le long de ce projet

Nos remerciements vont aussi pour tout le personnel de SETIRAIL pour leurs soutiens et leurs remarques pendant toute la période du stage Spécialement : MOHAMED ALAIB IMANE DJEFOUR

Nos remerciements vont aussi le groupe de SETO pour leurs soutiens et leurs remarques pendant toute la période du stage. Spécialement : ZEKRI HICHAM, AZAZI MOHAMED ISMAIL HALAM

Nos remerciements vont aussi à tous nos professeurs, enseignants en particulier MR. MORSLI pour son soutien, ses remarques pertinentes et son encouragement , et toutes les personnes qui nous ont soutenus jusqu'au bout. Sans oublier les merveilleuses assistantes de département infrastructure de base MME MAKOUDI et MME BOUREBIA. Que tous ceux ou celles qui nous ont apportés leur soutien et qui nous ont aidé de loin ou de près pour l'achèvement de ce projet trouvent ici l'expression de notre vive et sincère reconnaissance, en particulier nos parents et nos amis.

Nos remerciements s'adressent, également, aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail.

Dédicace

Je dédie ce travail A mes chers parents

Mon père MDJAHED et ma mère OUMRIA

Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de vos sacrifices, de l'amour et de soutien dont vous ne m'avez jamais cessé de donner tout le long de mes années d'études. J'espère que vous trouvez dans ce travail un vrai témoignage de mon profond amour et éternelle reconnaissance. A mon frère : HICHAM et à mes sœurs : AICHA ET LINDA A toute ma famille A mon binôme (DJAMAL) et chère amie ''BELLA RAMI '' A tous mes chers amis

(FEDDI BADROU ,ABIZA , FATEH , BOUSSAADI , MAHI ,ZAKI ,TAYEB , BOUKHARI ,FERES, SIFOU,YOUCEF,AMINE, MAGRI)

Pour tous les instants inoubliables que j'ai passés avec vous A tout ceux que j'aime.

Aimouche moussa fayçal

DEDICACES

On dit que le trajet est aussi important que la destination. Les cinq ans d'étude m'ont permis de bien comprendre la signification de cette phrase toute simple. Ce parcours, en effet, ne s'est pas réalisé sans défis et sans soulever de nombreuses questions pour lesquelles les réponses nécessitent de longues heures de travail.

Je dédie ce modeste travail particulièrement à mes très chers parents :

Mon père EL Habib et ma mère Dehiba

Pour tous leurs sacrifices afin de me permettre de poursuivre mes études dans la meilleure condition possibles et n'avoir jamais cessé de m'encourager tout au long de mes années d'étude.

A mes chers frères : **Ismail, Mohamed Sofian** et à ma seule sœur : **Khadidja**

A tout ma famille et sincèrement ma deuxième mère : **Fatima Zohra**

A mes meilleurs amis : **Boujamaa , Sofian , Younes ,HAKM, Abdenour, Msebel, ilyes VK,Belghali .**

A mes chers amis : ,Tayeb, mahi, , Oussama, Fetah, Abd Elah , et à tous mes frères de la cité universitaire garidi sans exception chacun par son nom.

A la fin je profite l'occasion pour dédier ce travail à tous ceux que j'aime et je respect

ADDABENATIA

Djamal Addine

ملخص

تتعلق هذه المذكرة بشكل أساسي بدراسة التصميم الأولية التفصيلية على مسار مزدوج وتصحيح المسار لزيادة المحاذاة لزيادة السرعة الى 160 كم / الساعة على المقطع PK 15+00 AU PK 30 +00 من خط السكة الحديدية وهران_ المحمدية مع تهيئة محطة سيق

وسيعتمد تحديد الخصائص التقنية لخط السكة الحديدية المقترح على التوصيات وكذلك الممارسات التي يتبعها (SNTFالشركة الوطنية للنقل بالسكك الحديدية)وغيرها من أنظمة السكك الحديدية الأكثر تطورا UIC (معايير الاتحاد الدولي للسكك الحديدية)

وقد تم تنفيذ النمذجة الهندسية للمشروع تحت برنامج AUTOUCAD GOOGLE EARTH COVADIS 16.0F

RESUME

Le présent projet consiste essentiellement à l'étude d'avant-projet détaillé (A.P.D) a double voie de la voie ferre et rectification de tracé pour augmenter la vitesse à 160 km/h sur le tronçon du Pk15+00 au Pk 30+00 de la ligne MOHAMADIA / ORAN et la conception de la gare de SIG

L'identification des caractéristiques techniques les plus appropriées de la ligne ferroviaire projetée sera basée sur les recommandations ainsi que les pratiques qui sont suivies par la SNTF et les autres systèmes ferroviaires plus développés (normes UIC), la modélisation géométrique du projet a été exécutée à l'aide du logiciel COVADIS 16.OF AUTOUCAD GOOGLE EARTH

SUMMARY

This project essentially consists of the detailed preliminary study (APD) of the double track of the railway and rectification of the route to increase the speed to 160 km/h on the section from Pk15+00 to Pk 30+00 of the MOHAMADIA / ORAN line and the design of the SIG station

The identification of the most appropriate technical characteristics of the projected railway line will be based on the recommendations as well as the practices that are followed by the SNTF and the other more developed railway systems (UIC standards), the geometric modeling of the project has been carried out at using the COVADIS 16.OF AUTOUCAD GOOGLE EARTH software

SOMMAIRE

Chapitre I: Introduction générale :.... 1
Chapitre II: Recherche bibliographique :.... 2
II.1 Introduction :.... 2
II.2 Les avantages des chemins de fer :.... 2
II.3 Histoire des chemins de fer en Algérie :.... 3
II.3.1 Création du réseau XIXE siècle :.... 3
II.3.2 Les grandes évolutions du XIXE siècle :.... 3
II.3.3 Le réseau de l'Algérie indépendante.... 5
II.3.4 Les grandes évolutions du XIXE siècle :.... 5
II.4 Le programme de développements Infrastructures ferroviaires ... **Erreur ! Signet non défini.**
II.5 Conclusion :.... 6
Chapitre III: Presantation du projet :.... 7
1.III Introduction :.... 7
III.2 Objet de l'etude :.... 7
III.3 Présentation du site :.... 7
III.3.1 Situation géographique :.... 8
III.3.2 Relief :.... 9
III.3.3 Climat :.... 9
III.3.4 Sismicité :.... 10
4.III Description du projet :.... 11
III.5 Présentation du projet d'étude :.... 11
III.5.1 Description du tracé actuel et des modifications proposées :.... 11
III.5.2 Caractéristiques techniques :.... 13
III.6 Conclusion :.... 14
Chapitre IV: Superstructure de la voie.... 15
IV.1 Introduction :.... 15
IV.2 L'armement de la voie :.... 15
IV.2.1 Le rail :.... 15
IV.2.2 Assemblage des rails :.... 17
IV.2.3 Le système d'attache et la semelle :.... 17
IV.2.4 Type de Traverse.... 17
Chapitre V: Tracé en plan.... 19
V.1 Introduction :.... 19

V.2 Les normes appliquent sur l'étude APD : 19
V.3 Tracé en plan : 19
V.3.1 Condition et règle de tracé selon la SNTF : 20
V.4 Paramètres de conception de la voie : 21
V.4.1 Paramètres de conception : 21
V.4.2 Paramètres géométriques : 21
V.5 Application au projet : 21
Chapitre VI: profil en long : 24
VI.1 Définition : 24
VI.2 Choix des alignements droits : 25
VI.3 Détermination de la longueur minimale des pentes uniformes et des raccordements en profil : 25
VI.4 Rayons de raccorde des déclivités : 25
VI.4.1 Application au projet : 26
Chapitre VII: Etude géotechnique 27
VII.1 Introduction : 27
VII.2 L'étude géologique : 27
VII.2.1 Introduction 27
VII.2.2 Aperçu géologique régionale 27
VII.2.3 Contexte géologique de ce tronçon : 28
..... 28
VII.2.4 Risques géologiques : 29
VII.3 Etude géotechnique 29
VII.3.1 Introduction ; 29
3.2.VII Programme d'investigation géotechnique : 29
VII.3.3 Interprétation de la reconnaissance In-Situ : 32
VII.3.4 Analyse du laboratoire : 35
VII.3.5 Analyse chimique : 37
VII.3.6 Synthèse des résultats obtenus à travers la compagne : 37
VII.3.7 Conditions de réutilisations des matériaux de déblais : 38
VII.3.8 Conclusion : 38
Chapitre VIII: Assise ferroviaires 40
VIII.1 Généralité : 40
VIII.2 Ballast : 40
VIII.2.1 Rôle de ballaste : 40

VIII.2.2 Section du ballast 41
VIII.2.3 Matériaux : 41
VIII.3 Sous couche : 41
3.1.VIII Les rôles des sous couches sont : 41
VIII.4 Plate- forme : 41
VIII.4.1 Définition : 41
VIII.4.2 Classification des sols selon UIC et la norme NFP 11-300 : 42
VIII.4.3 Classes de portance des Plate-forme : 42
VIII.4.4 Plate- forme proposée : 43
VIII.4.5 Couche de forme : 43
VIII.5 Calcul de l'épaisseur minimale : 43
VIII.5.1 Application au projet : 45
VIII.5.2 Structure de la voie : 45
6.VIII Etat de la plateforme et ouvrages en terre de la ligne existante 46
VIII.7 Conclusion : 47
Chapitre IX: Etude hydrologique et hydrolique 47
IX.1 Introduction : 47
IX.2 Etude hydrologique : 47
IX.2.1 Climat : 47
IX.2.2 Voie actuelle et drainage existant : 48
IX.2.3 Bassin versants : 50
IX.3 Calcul hydrauligique : 52
IX.3.1 Temp de concentration : 52
 Formule de Passini : (B.V entre 5 Km^2 et 25 Km^2) : 52
Formule de Giandotti : (B.V supérieur à 25 Km^2) : 52
IX.3.2 Le coefficient de ruissellement : 53
IX.3.3 Pluies de courtes durées : 54
IX.3.4 Calcul du débit maximal dans les bassins (les débits de crue) : 54
IX.4 Etude hydrolique : 56
IX.4.1 Introduction : 56
IX.4.2 RESULTAT DU DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES HYDRAULIQUES A PROJETER : 56
IX.5 ASSAINISSEMENT LONGITUDINAL : 60
IX.5.1 Dimensionnement des fossés : 60
IX.5.2 Conclusion 63

Chapitre X: Conception et aménagement de la gare 64
X.1 Introduction : 64
X.2 Type de gare : 64
X.2.1 Typologies en fonction du terminal voyageurs par rapport au faisceau de quais : 64
X.3 Conception de la ligne : 64
X.4 - Situation de la gare de Sig : 64
X.5 Les caractéristiques de la gare Sig : 65
X.5.1 Marge de glissement à l'aval des signaux : 65
X.5.2 Garage de franc : 65
X.5.3 La longueur utile de voie de stationnement : 66
X.5.4 Heurtoir : 66
X.5.5 Quais : 66
X.5.6 Les appareils de voie : 67
X.5.7 Application Au Projet : 68
X.6 Drainage de la gare (SIG) : 69
X.7 Conclusion : 69
Chapitre XI: Profile en travers 70
XI.1 Introduction : 70
XI.2 Profile en travers : 70
XI.2.1 Profile en travers type de mon projet : 70
Chapitre XII: Terrassements et ouvrages 72
XII.1 Les terrassements : 72
XII.1.1 Pente de talus : 72
XII.1.2 Les dispositifs de sécurité 72
XII.2 Les cubatures 73
XII.3 Ouvrage : 73
XII.3.1 Influence sue le choix du type de l'ouvrage : 73
XII.3.2 Rétablissements routiers : 74
XII.3.3 Conclusion : 75
Chapitre XIII: Signalisation et électrification 76
XIII.1 Introduction : 76
XIII.2 Concepts communs de sécurité ferroviaire : 76
XIII.3 Les principaux risques ferroviaires : 76
XIII.4 Application sur notre projet 76

XIII.4.1 Bloc automatique lumineux (BAL) : 76
XIII.4.2 Système de contrôle et de protection ERTMS 76
XIII.5 Electrification : 77
XIII.5.1 Introduction : 77
XIII.5.2 Catenaire : 78
XIII.5.3 Gabarit de la catenaire : 78
XIII.5.4 Les avantages d'électrification ferroviaire : 78
XIII.6 Aplication au projet : 79
Chapitre XIV: Etude l'impact sur l'environnement 80
XIV.1 Introduction : 80
XIV.2 Objectif d'étude l'impact sur l'environnement : 80
XIV.3 Délimitation de la zone étude : 80
XIV.3.1 Aperçu générale : 80
XIV.4 Description de l'état initiale de la zone étude : 80
XIV.4.1 Milieux naturels : 80
XIV.4.2 Milieu humain : 81
XIV.5 Identification et description des impact : 82
XIV.5.1 Les impacts positifs du projet : 82
XIV.5.2 Les impacts négative du projet : 82
XIV.6 Les mesures prises pour réduire ou compenser les impacts : 82
XIV.6.1 Impact sur la qualité de l'air : 83
XIV.6.2 Impacts sur les eaux superficielles et les eaux souterraines : 83
XIV.6.3 Impacts sur la flore : 84
XIV.6.4 Impacts sur la faune : 84
XIV.6.5 Impact sur les habitants : 84
XIV.7 Conclusion : 84
Chapitre XV: Devis estimatif et quantitative 85
Vingt et un milliards cent dix-huit millions six mille trois cent quarante-deux Dinar algerian86
Chapitre XVI: Conclusion générale 87

LISTES DES FIGURES

Figure II-1 Le réseau ferroviaire algérien avant 1980 (SNTF) 4
Figure II-2 Le réseau ferroviaire algérien, investissement décennie 1980 (SNTF) 4
Figure II-3 Le réseau ferroviaire algérien, investissement décennie 1990 (SNTF) 5
Figure II-4 Le réseau ferroviaire algérien, investissement décennie 2000 (SNTF) 5
Figure II-5 Le réseau ferré Algérien et ses perspectives de développement (SNTF).....**Erreur ! Signet non défini.**
Figure III-1 : plan de situation de la zone etude..... 7
Figure III-2 localisation de la wilaya Oran 8
Figure III-3 localisation de la wilaya mascara 8
Figure III-4 : carte de zonage sismique de l'Algérie (RPOA.2008) 10
Figure III-5 : figure représente la ligne ferroviaire Mohammadia/ Oran..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure IV-1 les constituant de la section transversal de rail..... 15
Figure IV-2 Profil rail du type UIC60 E14..... 16
Figure IV-3 les composantes d'attache type nabla 17
Figure IV-4 traverse bibloc.....**Erreur ! Signet non défini.**
Figure V-1 Les éléments de tracé en plan 19
Figure VI-1 les valeurs de la déclivité en fonction de sa longueur 24
Figure VII-1 principaux ensembles morphologiques d la zone d'étude 27
Figure VII-2Portion Carte géologique de la zone d'étude 28
Figure VIII-1 différentes couches de voie ferre 43
Figure VIII-2 Vue montrant une zone affaissement de la plateforme 46
Figure VIII-3 Représentation schématique de la ligne existante 46
Figure VIII-4Schéma type de structure d'assise ligne moderne 47
Figure VIII-5 Vue générale sur l'état de la structure de la ligne existante..... 47
Figure IX-1 délimitations des bassin versant 50
Figure X-1plan de situation de la gare Sig..... 64
Figure X-2 Schématisation de la marge de glissement 65
Figure X-3 Schéma illustratif de garage franc 65
Figure X-4 longueur utile..... 66
Figure X-5 la hauteur du quai et la distance entre le bout du quai et l'axe de la voie(source UIC741 OR) 66
Figure X-6 Schéma de l'appareil de voie..... 67
Figure XIII-1 le système de contrôle des trains ERTMS..... 77
Figure XIII-2 Schéma d'une caténaire 78

LISTES DES TABLEAUX

Tableau V-1 Paramètres de conception 21
Tableau V-2 Paramètres géométriques de trace en plan (SNTF) 21
Tableau V-4 Tableau récapitulatif des paramètres du la trace 23
Tableau VI-1 les longueurs minimales des éléments de profile en long 25
Tableau VI-2 les longueurs minimales des éléments de profile en long 25
Tableau VI-3 les éléments du profil en long 26
Tableau VII-1sondages carottes et essai SPT 30
Tableau VII-2essai pression métriques 31
Tableau VII-3 essai pénétration dynamique 33
Tableau VII-4 nature du terrain par sondages carottés 34
Tableau VII-5nature du terrain par puit de reconnaissance 35
Tableau VII-6 classification du sol support selon GTR +UIC 719 36
Tableau VII-7 résultat des analyses chimique 37
Tableau VII-8 Indice de plasticité (%) 37
Tableau VII-9Estimation du % de réutilisation des matériaux excavé 38
Tableau VIII-1la classe la portance de la plate-forme (normes UIC 719R p.34) 42
Tableau VIII-2les valeurs des différents paramètres pour le calcul de l'épaisseur 44
Tableau VIII-3 dimensionnement de la couche d'assise 45
Tableau IX-1: listing des ouvrages existants 48
Tableau IX-2: caractéristique physiques des bassins versant. 51
Tableau IX-3: Temps de concentration des bassins versant. 53
Tableau IX-4: Coefficient de ruissellement selon la méthode de Kenessey. 53
Tableau IX-5: Débits max journaliers en (m3/s) pour les périodes de retour 50 ans et 100 ans BV < à 10 Km². 55
Tableau IX-6: débits max journaliers en m3/s de périodes de retour 100ans BV > à 50 Km². 56
Tableau IX-7 K : Coefficient de MANNING-STRICKLER 56
Tableau IX-8: Tableau de dimensionnement des ouvrages de drainage par la méthode de Manning –Strickler 59
Tableau IX-9Tableau de dimensionnement des fossés 62
Tableau X-1 Les appareilles des voies 68
Tableau XII-1 les cubatures 73
Tableau XII-2 Liste des ouvrages d'art pour mon projet 74

Chapitre I: Introduction générale :

Le chemin de fer en Algérie est un mode de transport essentiel pour la circulation des personnes et des marchandises à travers le pays. Le réseau ferroviaire algérien est géré par l'Entreprise Nationale des Transports Ferroviaires (SNTF) et couvre environ 4 000 kilomètres de voies ferrées.

Le système ferroviaire algérien a été développé pendant la période coloniale française et a été modernisé depuis l'indépendance de l'Algérie en 1962. Les principales lignes ferroviaires relient les villes les plus importantes du pays, telles que Alger, Oran, Constantine et Annaba, ainsi que les ports de commerce.

Le réseau ferroviaire algérien est également connecté aux réseaux de chemin de fer internationaux, avec des lignes reliant le pays à la Tunisie et au Maroc. De plus, des projets sont en cours pour améliorer et étendre le réseau ferroviaire algérien, notamment avec la construction de nouvelles lignes à grande vitesse.

Le chemin de fer en Algérie offre une alternative pratique et abordable aux autres modes de transport, en particulier pour les longues distances. Cependant, le réseau ferroviaire doit encore faire face à des défis tels que la modernisation de l'infrastructure, l'amélioration de la qualité des services et la gestion efficace des opérat

CONTEXTE GENERALE

Chapitre II: Recherche bibliographique :

II.1 Introduction :

Le réseau des chemins de fer algérien est aujourd'hui parmi les plus modernes d'Afrique. Il fait son apparition à la fin du XIXe siècle. Il sert au transport de personnes et de marchandises. L'ambition des pouvoirs publics est de connecter toutes les villes d'Algérie entre elles par le réseau ferroviaire. Actuellement ce réseau est de plus de 4 560 km, il est appelé à atteindre 12 500 Km conformément au programme de développement du secteur ferroviaire initié par les pouvoirs publics.

II.2 Les avantages des chemins de fer :

Les principaux avantages du transport ferroviaire peuvent se résumer comme suit (avantage des chemins de fer) :

- Le transport par voie ferrée est plus rapide que par la route (pour son système de guidage et l'absence d'obstacles) et peut même concurrencer l'avion vue les grandes vitesses atteintes dans certains pays par le TGV ;
- Il permet de réaliser des réductions de consommations en hydrocarbures ;
- C'est un mode de transport très économique du point de vue socio-économique ;
- C'est le mode de transport le plus sécurisant par rapport aux autres modes ;
- Il est moins polluant, principalement pour un réseau électrifié ;
- Il permet de structurer le territoire et désenclaver les régions isolées ;
- C'est un mode de transport de masse (marchandises et voyageurs) ;
- Taux d'occupation du territoire très réduit aux vues du trafic (unités trafic) comparativement aux autres modes de transport ;
- Le dégagement de capacités dans les infrastructures routières et aéroportuaires ;
- Gain de temps, confort et sécurité ;
- Réduction des dommages corporels et matériel (vu les dégâts des accidents routier).

Ces raisons expliquent la préférence des usagers de se déplacer par chemins de fer, ce qui a poussé les gouvernements à investir dans ce mode de transport qui représente dans nos jours un facteur important dans la mesure du développement d'un pays. D'autre part, sa consommation économique et sa préservation de la nature lui confère le mérite d'être le meilleur système de transport du siècle [19]

II.3 Histoire des chemins de fer en Algérie :

L'histoire des chemins de fer algériens commence en 1857 durant la colonisation française de l'Algérie. Elle se poursuit depuis l'indépendance du pays.

II.3.1 Création du réseau XIXE siècle :

La concrétisation des projets de chemin de fer en Algérie, intervient le 8 avril 1857, par un décret du gouvernement français qui autorise la construction de 1 357 km de voies ferrées dans sa colonie d'Algérie. Le premier chantier débute le 12 décembre 1859, il porte sur la construction de la ligne d'Alger à Blida. Sa gestion est confiée à la société privée dénommée Compagnie des chemins de fer algériens

Les travaux de construction sont également entrepris pour relier Oran à Saint-Denis-du- Sig ainsi

Qu'une liaison entre le port de Philippeville (auj. Skikda) et Constantine, mais les problèmes

financiers poussent la compagnie à en interrompre les travaux et à développer la ligne d'Alger à Blida, qui sera ouverte le 8 septembre 1862.

Cinq autres compagnies sont créées pour construire les lignes restantes :

- La Compagnie des chemins de fer Bône-Guelma (BG) ;
- La Compagnie de l'Est Algérien (EA) ;
- La PLM réseau d'Algérie (PLM) ;
- La Compagnie de l'Ouest Algérien (OA) ;
- La Compagnie Franco-Algérienne.

L'objectif des 1 357 km est atteint et même dépassé, avec des tronçons construits représentant 1 365km de voie et touchant presque toutes les villes importantes d'Algérie.

Le 18 juillet 1879, une nouvelle campagne d'investissement est lancée à l'échelon national pour renforcer les lignes « d'intérêt général » avec comme objectif d'ajouter 1 747 km au réseau existant . La construction de ces lignes dites « d'intérêt local » est laissée à la charge des investisseurs privés et des collectivités locales. Dans les trente années qui suivent, 2 035 km de lignes chemin de fer s'ajoutent en constituant le réseau ferroviaire algérien

II.3.2 Les grandes évolutions du XIXE siècle :

II.3.2.a Restructurations et poursuite de l'extension

En 1900, la Compagnie franco-algérienne, endettée, perd sa concession. Le même sort touche la

Compagnie des chemins de fer Bône-Guelma en 1905 puis celle de l'Est Algérien en 1908.

À partir du 27 septembre 1912, les réseaux des compagnies en faillite passent sous le contrôle de la

Compagnie des Chemins de fer algériens de l'Etat (CFAE). Elle exploite le réseau ferroviaire avec la

seule compagnie survivante, la filiale algérienne de la compagnie Paris- Lyon-Méditerranée, laPLMA.

Entre 1907,1946 une troisième campagne d'investissement ajoute 1 614 km au réseau. Le 1er juillet1921, les lignes existantes sont réparties entre les compagnies CFAE et PLMA: ce partage duraJusqu'au 30 mai 1938, date à laquelle les lignes d'intérêt général des deux compagnies sontNationalisées et rattachées à la Société nationale des chemins de fer français (SNCF). La gestion desLignes algériennes est alors confiée à compter du 1er janvier 1939 à l'Office des chemins de feralgériens (OCFA).

À la fin de la Seconde Guerre mondiale le réseau ferroviaire algérien s'étend sur 5 015 km. Le

service proposé est identique à celui de la Métropole, supérieur parfois : trains de nuit composés devoiture-lit, trains rapides de jour INOX de style Mistral, diésélisation totale contrairement à la SNCFqui utilise encore de nombreuses locomotives à vapeur



Figure II-1 Le réseau ferroviaire algérien avant 1980 (SNTF)

II.3.2.b La transition :

Le 30 juin 1959, l'État français et l'OCFA signent une convention créant la Société nationale des chemins de fer français en Algérie (SNCFA), qui devient la Société nationale des chemins de fer algériens (SNCFA) le 16 mai 1963. Le matériel français est conservé mais, rapidement, des commandes de locomotives provenant des USA et de voitures, provenant de France complètent le parc. En 1975, le révolutionnaire TRANS-MAGHREB Casablanca-Oran-Alger-Tunis, entièrement composé d'un nouveau matériel INOX construit en France, est mis en service. Mais très rapidement, des problèmes politiques entre les États maghrébins provoquent sa limitation puis son arrêt définitif dans les années 1980



Figure II-2 Le réseau ferroviaire algérien, investissement décennie 1980 (SNTF)

II.3.3 Le réseau de l'Algérie indépendante

Le 31 mars 1976, l'état algérien divise la SNCFA en trois organismes distincts, La Société

Nationale des transports ferroviaires (SNTF), la société nationale d'études et de réalisations de

L'infrastructure ferroviaire (SNERIF) et la société d'engineering et de réalisation des infrastructures ferroviaires (SIF).

Un nouveau programme d'investissement permet la réalisation de 203 km de nouvelles lignes, le doublement de 200 km de voie sur la rocade nord et le renouvellement de 1 400 km de voie et ballast.

En 1986, la crise financière poussera à la dissolution de la SNERIF et de la SIF dont les prérogativessont reprises par la SNTF qui changera de statut en 1990 pour devenir un EPIC.

À la fin des années 1990, la SNTF exploite un réseau de 3 500 km



Figure II-3 Le réseau ferroviaire algérien, investissement décennie 1990 (SNTF)

II.3.4 Les grandes évolutions du XIXE siècle :

II.3.4.a Le plus important plan d'investissement :

En 2005, l'agence nationale d'études et de suivi de la réalisation des investissements ferroviaires (ANESRIF) est créée pour gérer un nouveau programme d'investissement public avec l'objectif de porter le réseau à 12 500 km en 2025. En 2010, 315 km de nouvelles voies sont ouvertes (Bordj Bou Arreridj à M'Sila, Ain Touta à M'Sila, nouvelle ligne de Béchar), les lignes de banlieue d'Alger ont été électrifiées. En 2015 sur un programme de 2 300 km de nouvelles lignes, 1 324 km sont en travaux dont la majeure partie concerne la partie ouest de la boucle des hauts plateaux.



Figure II-4 Le réseau ferroviaire algérien, investissement décennie 2000 (SNTF)

II.4 Conclusion :

Un grand pays avec une superficie immense comme l'Algérie doit avoir un réseau dense de chemins de fer malheureusement ce n'est pas le cas, donc l'amélioration de ce secteur est plus que nécessaire pour les investissements et l'augmentation des échanges entre les différentes régions du pays.


PRESANTATION DU PROJET

Chapitre III: Presantation du projet :

III.1 Introduction :

Dans le cadre du développement du réseau ferroviaire Algérien. Plusieurs projets ferroviaires lancés par l'Agence Nationale d'Études et de Suivi de la Réalisation dés investissements Ferroviaires (ANESRIF) sont en cours d'études ou de réalisation.

Le projet d'augmentation de la vitesse d'exploitation du tronçon de ligne ferroviaire Mohammadia/ Oran en fait partie des projets en cours d'étude. Ce tronçon de lignes 'insère dans la rocade ferroviaire nord qui traverse l'Algérie d'El Taref à Tlemcen.

III.2 Objet de l'etude :

L'étude a pour objet de modifier le tracé existant entre Mohammadia et Oued Tlelat, conçu actuellement pour une vitesse de 120 km/h pour répondre à une augmentation de la vitesse à 160 km/h pour les trains de voyageurs et 100km/h pour les trains de marchandises. L'étude de ce tronçon de 46km n'est qu'une partie de l'étude d'augmentation de la vitesse d'exploitation du tronçon de ligne ferroviaire Mohammadia/ Oran (78km), l'autre partie Oued Tlelat-Oran est déjà traitée à part.

III.3 Présentation du site :

La ligne de chemin de fer Mohammadia-Oued Tlelat est située en Algérie, plus précisément dans la région de l'Oranie. Mohammadia est une ville de la wilaya de Mascara et Oued Tlelat est une commune de la wilaya d'Oran. La ligne relie donc ces deux villes de la région ouest de l'Algérie.

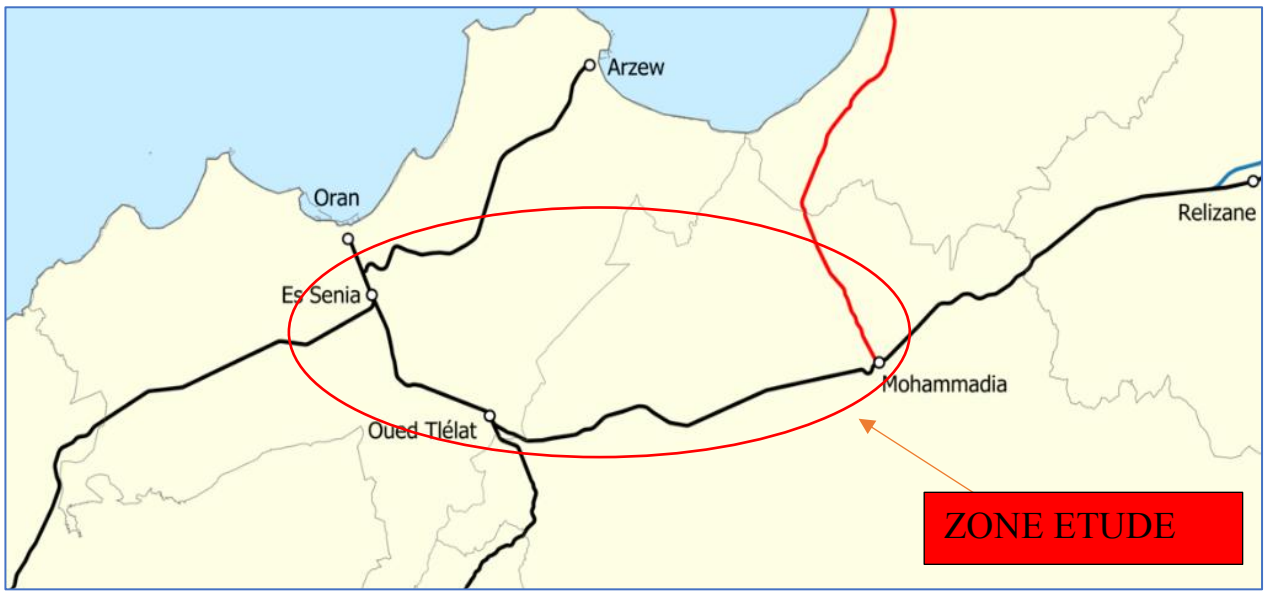
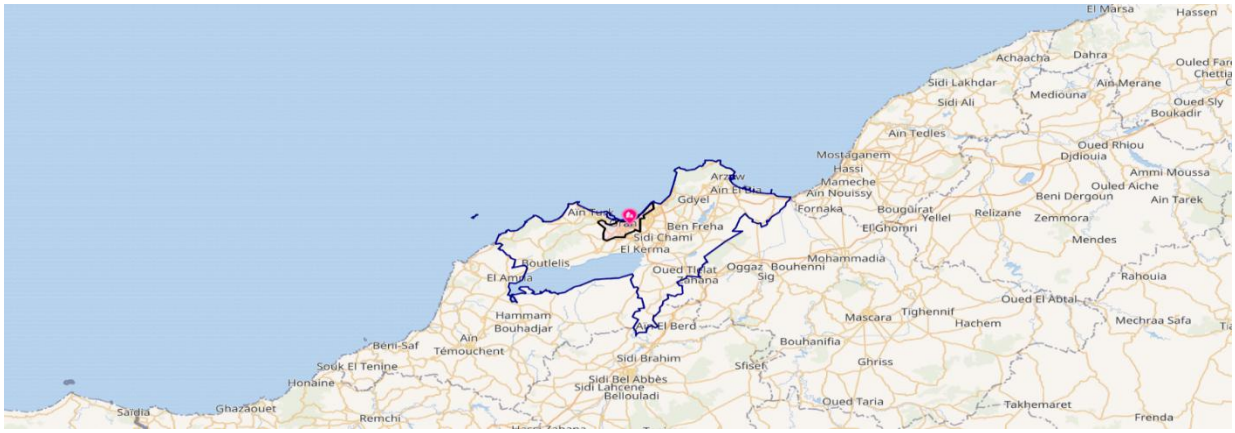


Figure III-1 : plan de situation de la zone etude

III.3.1 Situation géographique :

La wilaya d'Oran est située dans l'ouest de l'Algérie, sur la côte méditerranéenne. Elle est bordée par la wilaya de Mostaganem au nord, la wilaya de Sidi Bel Abbès à l'est, la wilaya de Mascara au sud-est, et la wilaya de Aïn Témouchent à l'ouest. La wilaya d'Oran a une superficie de 2 114 km² et une population d'environ 1,5 million d'habitants. La ville d'Oran, qui est la capitale de la wilaya, est un important centre économique et culturel de la région.



. **Figure III-2 localisation de la wilaya Oran**

La wilaya de Mascara est située dans l'ouest de l'Algérie, à environ 300 km à l'ouest d'Alger. Elle est bordée par la wilaya de Sidi Bel Abbès au nord, la wilaya d'Oran au nord-est, la wilaya de Relizane à l'est, la wilaya de Tiaret au sud, et la wilaya de Saïda à l'ouest. La wilaya de Mascara a une superficie de 5 941 km² et une population d'environ 1,2 million d'habitants. La ville de Mascara, qui est la capitale de la wilaya, est connue pour son patrimoine historique et culturel, ainsi que pour son industrie textile

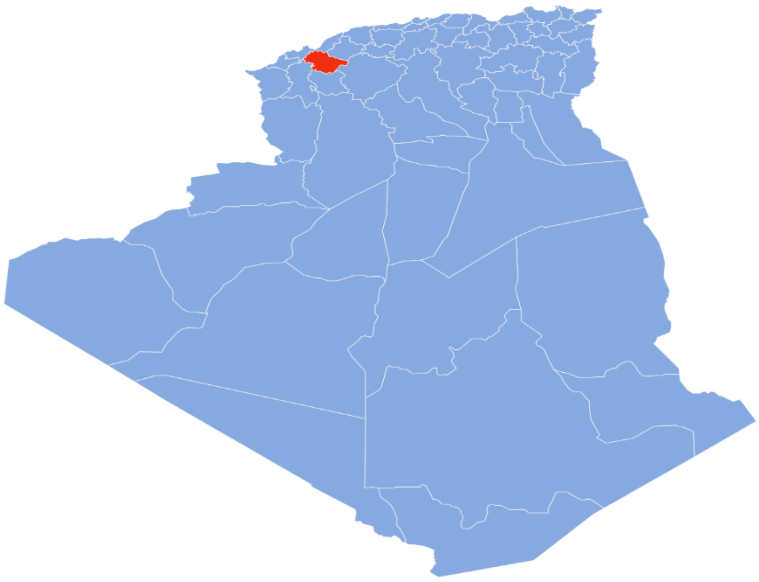


Figure III-3 localisation de la wilaya mascara

III.3.2 Relief :

Oran et Mascara sont deux villes situées dans la région géographique de l'Oranie, à l'ouest de l'Algérie.

Le relief de la région d'Oran est principalement caractérisé par des plaines côtières et des collines. La ville d'Oran est située sur une colline surplombant la mer Méditerranée. Au sud-est de la ville, on trouve le massif du Murdjadjo, une chaîne de montagnes qui culmine à environ 400 mètres d'altitude.

Quant à Mascara, la ville est située dans une région de collines et de plateaux, entourée de champs fertiles. Les montagnes les plus proches sont les monts des Beni Chougrane, situés au sud-est de la ville.

En résumé, le relief de la région d'Oran est principalement caractérisé par des plaines côtières, des collines et des montagnes à l'est, tandis que Mascara est située dans une région de collines et de plateaux, entourée de champs fertiles.

III.3.3 Climat :

III.3.3.a : La région d'El Mohammadia :

La station de Mohammedia est localisée dans la wilaya de mascara. Le climat de la région de Mohammedia est de type méditerranéen avec une tendance semi-aride.

III.3.3.b :La région d'Oran :

le climat de la région d'Oran est de type méditerranéen, avec des étés chauds et secs et des hivers doux et humides, avec des précipitations concentrées entre les mois d'octobre et d'avril. Le vent est également un facteur important, avec le vent marin en été et le vent du nord-ouest en hiver

III.3.4 Sismicité :

La côte méditerranée de l'Afrique, le Maghreb, est la partie du continent la plus active sismiquement. L'Algérie, en particulier, est caractérisée par une sismicité relativement importante, le pays a souffert d'importants tremblements de terre le long de son histoire. Du a que la plaque africaine converge avec l'européenne, le bord nord-africain pousse sur la croute océanique de la Méditerranée dans la dénommée zone de collision, et les tremblements de terre sont relativement fréquents, pouvant arriver à être catastrophiques. La multiplicité des événements enregistrés par les instruments combinés à la sismicité historique donne un aperçu sur la récurrence de cet aléa naturel et permet d'établir la répartition géographique des tremblements de Terre. L'étude de cette sismicité doit être prise en compte dans la réalisation de ce projet et dans l'aménagement des espaces urbains Le territoire national est subdivisé en cinq zones de sismicité croissante, définies sur la carte de zoning sismique ci-jointes (fig.27) On distingue : Zone 0 : sismicité négligeable ; Zone I : Sismicité faible ; Zone IIa : Sismicité moyenne ; Zone IIb : Sismicité élevée ; Zone III : Sismicité très élevée ; D'après ce découpage notre région d'étude appartient à la zone IIa , caractérisée par une sismicité moyenne

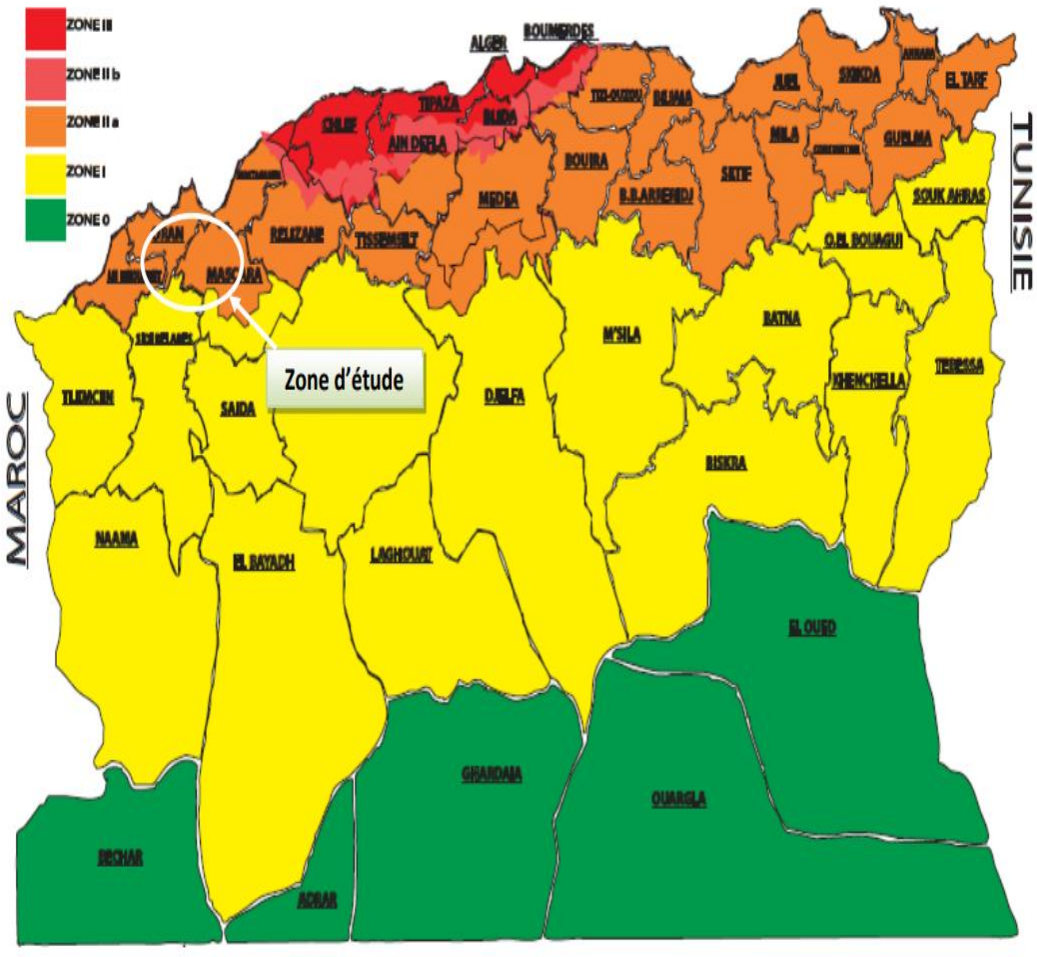


Figure III-4 : carte de zonage sismique de l'Algérie (RPOA.2008)

III.4 Description du projet :

L'étude a pour objet de modifier le tracé existant entre Mohammadia et Oued Tlelat, conçu actuellement pour une vitesse de 120 km/h pour répondre à une augmentation de la vitesse à 160 km/h pour les trains de voyageurs et 100km/h pour les trains de marchandises. L'étude de ce tronçon de 46km n'est qu'une partie de l'étude d'augmentation de la vitesse d'exploitation du tronçon de ligne ferroviaire Mohammadia/ Oran (78km), l'autre partie Oued Tlelat-Oran est déjà traitée à part.

Comme le nouveau tracé ou le tracé projeté consiste à améliorer le tracé existant en plan et en long pour permettre une augmentation de la vitesse d'exploitation, la description sommaire du tracé existant ou de celui projeté n'est pas très distincte.

Le tracé projeté commence après le viaduc sur oued Habra après la gare de Mohammadia et se termine à la gare d'Oran en passant par la gare de Sig, Oued Tlelat et Senia. Cette ligne en cul de sac est marquée par un arrêt obligatoire à la gare terminus d'Oran. Ce qui exige des trains une vitesse décroissante aux derniers kilomètres avant la gare d'Oran.

Cette ligne est scindée en deux sections du Mohammadia à Oued Tlelat section-1- et d'Oued Tlelat à Oran Section-2-

on a partagé le tracé entre Mohammadia et Oued Tlelat en trois tronçons en fonction des modifications qui leurs seront apportées :

1er tronçon : de BOUHANI à SIG, soit du pk 15+000 au pk 20+000
2ème tronçon : la gare de SIG , soit du pk 21+238
3ème tronçon : de SIG à OGGAZ, soit du pk 21+900au pk 30+00

III.5 Présentation du projet d'étude :

III.5.1 Description du tracé actuel et des modifications proposées :

III.5.1.a Tronçon entre Mohammadia et Sig :

le tracé se redresse en un alignement droit d'environ 5 kilomètres pour atteindre la gare de SIG Le modification proposée pour ce tronçon sont la correction de son alignement en plan et de son profil en long

III.5.1.b Gare de SIG :

La gare actuelle de Sig a été construite durant la période coloniale et a fonctionnée près un siècle

C'est une gare de triage qui fait partie de la ligne Alger Oran. Elle est située au Pk SNTF 370+058.36.

Elle est reliée par l'Ouest à la gare d'Oued Tlelat par une double voie de près de 25Km, et par l'est à la gare de Mohammadia par une double voie de près de 25Km.

En planimétrie, la gare est d'un linaire d'environ 1450m du premier appareil de voie àl'entrée jusqu'au dernier appareil de voie à la sortie à la sortie de la gare vers OranCette gare est cernée par des contraintes techniques du terrain naturel tel que le passage supérieur de l'autoroute est ouest et le grand ouvrage ferroviaire sur Oued Mebtouh ainsi le passage à niveau qui va être remplacé par un rétablissement routier sur côté Oran et le rayon de 800m qui précède la gare de Sig ainsi la présence d'un tissus urbain important côté Mohammadia

La gare actuelle de Sig se compose de :

- Un ancien bâtiment voyageur.
- Deux quais voyageurs (quais bas) avec un passage cabroue(pinf)entre ces quais.
- La longueur des quais est d'environs 220m et leurs largeurs est de 5m pour le quai à La sortie du BV, 4m pour le 2ème quai.
- Entre les deux quais passent les deux voies principales Alger Oran Le faisceau de remisage de la gare est formé de quatre voies de longueur utile moyenne de 200m.
- Une voie de pesage et chargement déchargement.
- Les appareils de voie existants dans la gare sont en nombre de 07 appareils du type:

Branchements simples 190-1/7 et 300-1/9, comme on trouve deux à 03 talents, un croisement en TJD.

Ci-dessus, on a décrit la superstructure existante de la gare, mais l'état de cette dernière est très dégradé.

Mis à part les voies principales en service, les autres fonctionnent occasionnellement ou sont hors service. D'autres voies sont devenues des cimetières pour les wagons endommagés.

Ces voies sont vétustes sont enfouies dans la boue, les herbes et les plantes, ainsi que la ferraille. Les herbes et les plantes ont envahi la globalité de la gare même les quais. Les voies ne sont visibles que par les champignons des rails.

De loin, le faisceau des voies de remisage est invisible, il est couvert par la verdure.
Les heurtoirs ont disparu.
on peut déduire que gare fonctionne à moins de 50% de ses capacités.

Le plan d'aménagement projeté de la gare de Sig consiste à remplacer tous les appareils à 03 talents et TJD existants par des branchements simples avec l'élargissement des longueurs et largeurs des quais en introduisant un entraxe de 4.00 m pour les voies principales au lieu de 3.60 m comme il est actuellement. Le bâtiment voyageur existant va être remplacé par un nouveau bâtiment plus grand avec une architecture moderne.

III.5.1.c Tronçon entre SIG et OGGAZ :

A la sortie de la gare de Sig le tracé traverse un grand oued, juste après il croise la RN97 ou un passage supérieur a été réalisé récemment, à moins d'un kilomètre après ce dernier, le tracé dévie à gauche en direction d'Oggaz. Les courbes contre courbes de rayon faible formant le tracé permettent à ce dernier de contourner la ville d'Oggaz du côté nord après avoir traversé un oued en biais.

A quelques mètres après l'oued, le tracé traverse un CW avec un passage à niveau gardé, après son passage par la gare abandonnée d'Oggaz , le tracé croise la RN4 ou un passage supérieur existe déjà, juste après ce passage le tracé longe la RN4 à une distance moyenne de 50m et sur environ 3,5 kilomètres. Au milieu de ce dernier tronçon, le tracé traverse un autre oued, mais de moindre importance.

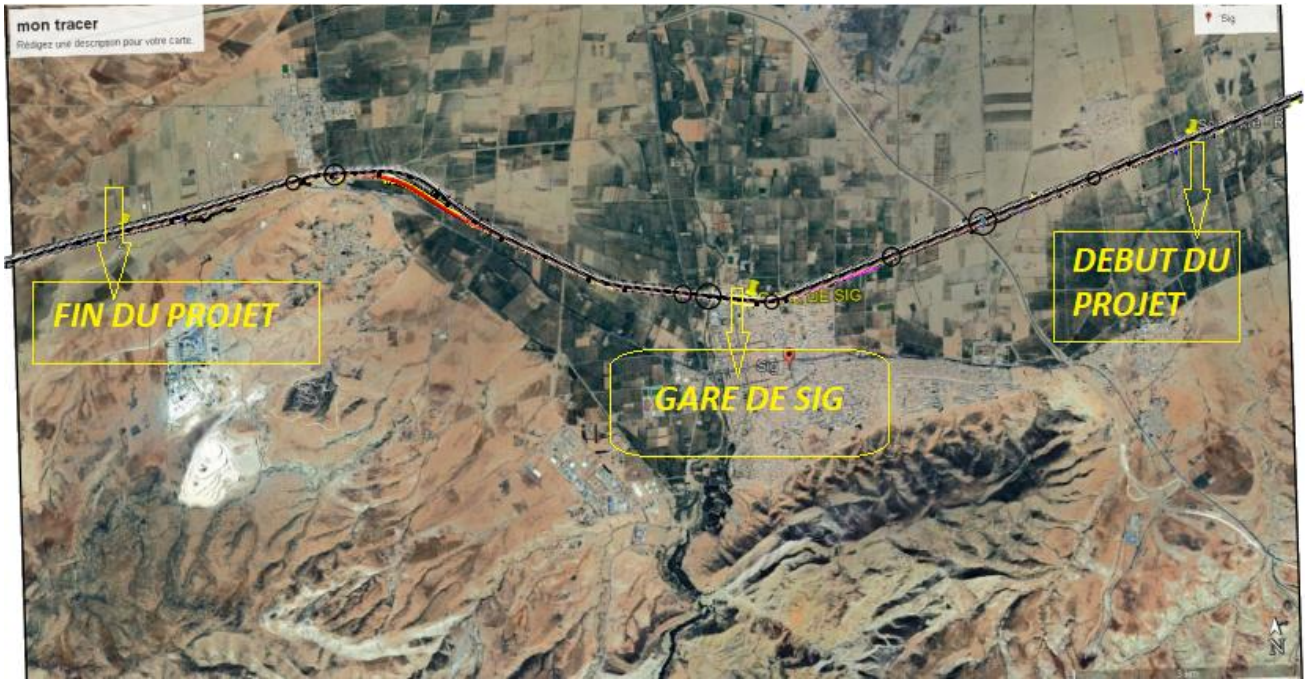


Figure III-5 : présentation du projet étude

III.5.2 Caractéristiques techniques :

Cette ligne nouvelle n'est que la modification de la ligne existante pour permettre une augmentation de vitesse de 120km/h à 160km/h. Ses caractéristiques techniques principales sont suivantes :

- Ligne à double voies posée sur une nouvelle plateforme ;
- Trafic mixte voyageurs et marchandises ;
- Vitesse maximale des trains voyageurs 160km/h ;
- Vitesse maximale des trains marchandises 100km/h ;
- Rampes verticales maximales de 16 ‰ ;
- Traction actuellement diesel avec une électrification projetée ;
- Le gabarit de GC de l'UIC (y compris future caténaire en 25KV) ;
- Charges à l'essieu de 22,5 T pour la voie et des charges à l'essieu de 25T pour les ouvrages d'art.

III.5.2.a Caractéristiques de la voie :

- **Ecartement :**

La voie normale sera construite à écartement normal e = 1435 mm sans sur écartement dans les courbes.

- **Gabarit :**

Le gabarit à dégager est celui des lignes à grande vitesse, c'est-à-dire le gabarit GC de l'UIC (Y compris future caténaire en 25 KV).

- **Charges à l'essieu :**

- Pleine voie 22.5 t.
- Ouvrages d'art 25t.

- **Vitesses :**

- Vitesse maximale 160 km/h.

-Trafic marchandises en plaine et en zone montagneuse : 100 km/h.

- **Plate-forme de voie :**

La nouvelle plateforme qu'on a prévue pour le renforcement de ce tracé existant, elle sera dimensionnée comme suit ; sa largeur sera de 13,40m avec des fossés aux extrémités dans les cas de déblai.

La largeur standard des plateformes pour lignes nouvelles est de 13,60m, mais ce n'est pas le cas de notre projet qui consiste à renforcer la plateforme existante. Pour cela on a pris une largeur de 1 3,40m mais qui peut contenir toutes les infrastructures prévues

- **Rails :**

En pleine voie et en gares, rail UIC 60 E1 (60,34 kg/m).

- **Traverse** :

La traverse à utiliser dans notre projet est de type bi bloc VAX U 31 pour rail UIC 60 sont à utiliser dans toutes les sections pleines ligne.

- **Attache :**

Attaches élastiques de type NABLA.

- **Semelle :**

Semelle élastique en élastomère d'une épaisseur de 9mm, collé sur la table d'appui des traverses.

III.6 Conclusion :

Notre travail consiste à faire une étude APD d'un tronçon sur la ligne Mohammadia /Oran allons de Pk 15+00 au Pk 30+00, en tenant compte de la rectification de tracé existant, puisqu´il faut adapter la voie actuelle aux exigences de modernisation pour permettre d´atteindre une vitesse de 160 km/h, Tout en considérant que la future ligne doit être électrifiée

SUPERSTRUCTURE DE LA VOIE

Chapitre IV: Superstructure de la voie

IV.1 Introduction :

La superstructure ferroviaire comprend toutes les installations fixes qui permettent d'assurer le guidage des roues des véhicules par les deux files de rails posées parallèlement sur des supports transversaux que l'on nomme traverse reposant sur une couche de ballast cet assemblage d'éléments de caractéristiques physiques et mécaniques différentes qui permettant la transmission les charges des roues à la plate- forme. Pour pouvoir supporter les efforts verticaux, transversaux et longitudinaux.

Cet assemblage est nommée l'armement de la voie.

IV.2 L'armement de la voie :

L'armement de la voie constituées de plusieurs éléments il s'agit de :

IV.2.1 Le rail :

Les rails sont des poutres en acier mises bout à bout et posées sur les traverses en deux lignes parallèles avec un écartement standard (e=1435mm) afin de constituer la voie ferrée.

Pour favoriser le centrage des roues de train, les rails sont généralement inclinés par rapport au plan de roulement avec une pente de 1/20.

Le rail doit assurer les fonctions suivantes :

- Supporter les efforts provoqués par la charge roulante, La voie donc reprend les efforts verticaux (poids) et horizontaux (force centrifuge) transmis par le train. Elle est également soumise à des efforts longitudinaux (la dilation ou la rétractation des rails, action d'accélération et de freinage).
- Réaliser le guidage des roues et ces mouvements.
- Transmet le courant électrique, pour assurer la signalisation et pour la traction des trains sur les lignes électrifier.

- Le patin qui s'appuie sur la traverse.
- Le champignon qui constitue la table de roulement.
- L'âme : c'est la partie verticale qui relie le champignon au patin.
- Table de roulement.

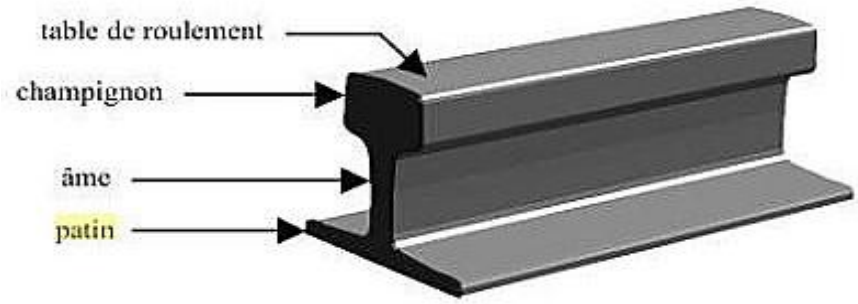


Figure IV-1 les constituant de la section transversal de rail

IV.2.1.a Caractéristiques de rails du type UIC 60 E1

- Surface de la section : 76.70 cm².
- Masse par mètre : 60.34 Kg/m.
- Moment d'inertie, axe xx : 3038.3 cm4.
- Module d'inertie champignon : 333.6 cm3
- Module d'inertie patin : 375.5 cm3
- Moment d'inertie axe yy : 375.5 cm4.
- Module d'inertie axe yy : 512.3 cm3.
- Hauteur totale : 172 mm.
- Épaisseur Champignon : 72 mm.
- Épaisseur patin : 150 mm.
- Épaisseur âme : 16.5 mm.
- Dimension indicative B : 52.053 mm.
- Dressage : classe A.
- Nuance : 260 (carbone-manganèse).
- Dureté au milieu de la table de roulement entre 260 et 300 HBW.
- Résistance à la traction ≥ 880N/mm².
- Allongement : A ≥ 10%.

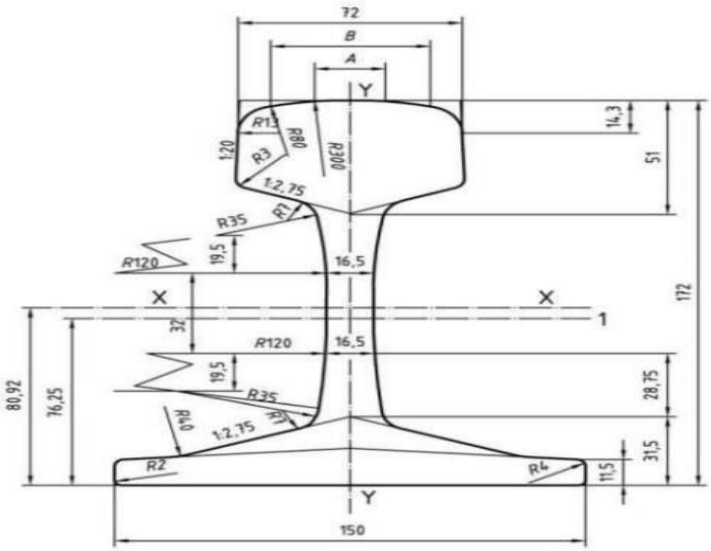


Figure IV-2 Profil rail du type UIC60 E14

IV.2.2 Assemblage des rails :

Les rails sont fabriqués dans des longueurs comprise entre 18 et 36 mètres, pour établirla solidarité des barres qui forment la voie, on est obligé de les reliées solidement à leur extrémité, pour effectuer cette liaison on emploie des éclisses et des soudures :

IV.2.2.a Eclisse :

Une éclisse est un composant de la voie ferrée, il s'agit d'une pièce métallique fixée pardes boulons sur les rails, elle permet de faire la liaison entre deux rails consécutifs. Elles sont souvent utilisées à proximité des aiguillages.

IV.2.2.b Soudures :

Dans le cas de notre projet les soudages de rail peuvent être des soudures en aluminothermie

IV.2.3 Le système d'attache et la semelle :

Les attaches sont les pièces responsables de la fixation du rail aux traverses.

Elles forment un intermédiaire doublement élastique entre le rail et la traverse ; Elles fixeront lesvoies aux traverses avec ses éclisses correspondantes, semelles cannelées, boulons à came etrondelles plates. En générale, la semelle est en élastomère avec en épaisseur de 9mm.

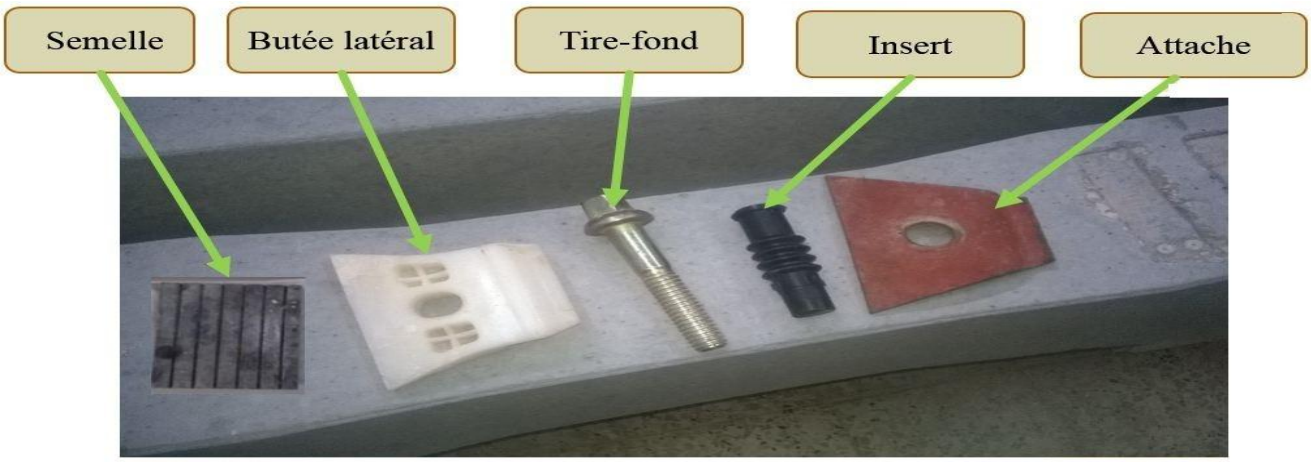


Figure IV-3 les composantes d'attache type nabla

IV.2.4 Type de Traverse

La traverse à utiliser dans notre projet est de type bi bloc VAX U 31 pour rail UIC 60 sont à utiliser dans toutes les sections pleines ligne.

Les traverses devront posséder les caractéristiques suivantes :

- Inclinaison du rail à 1/20e
- Écartement de 1435 ± 2 mm
- Le travelage sera de 1667 traverses au km avec entraxe entre les traverses de 0,60 m etune tolérance de ± 2 cm.
- Voie soudée en continu de gare à gare
- Attaches élastiques

- Le rail reposera sur la table d'appui de la traverse par l'intermédiaire d'une semellecannelée

IV.2.4.a Rôle de traverse :

La transmission des efforts entre le rail et le ballast se fait par cette pièce qu'assure en même temps le maintien de l'écartement et l'inclinaison du rail 1/20.

TRACE EN PLAN

Chapitre V: Tracé en plan

V.1 Introduction :

La géométrie de la voie ferroviaire comprend plusieurs aspects, tels que la définition du tracé horizontal (plan en plan), le tracé vertical (plan en long), les profils en travers, les rayons de courbure, les pentes, les dévers, les distances de visibilité, les alignements, les transitions, les aires de croisement, etc. Tous ces éléments sont soigneusement étudiés et planifiés pour garantir une exploitation ferroviaire fluide, sûre et efficace.

L'objectif principal des études de géométrie de la voie ferroviaire est de garantir la sécurité et la stabilité des trains en mouvement, ainsi que d'optimiser les performances ferroviaires en termes de vitesse, de capacité et de confort des passagers. Elles sont également essentielles pour minimiser les coûts de construction, d'exploitation et d'entretien de la voie ferrée.

V.2 Les normes appliquent sur l'étude APD :

Les normes appliquées pour la conception de cette étude d'APD du tronçon Mohammadia-Oued Tlelat sont les suivantes :

- L'Union Internationale des Chemins de fer (UIC)
- Européen Normes (EN)
- Les pratiques de la Société National de Transport Ferroviaire en Algérie (S.N.T.F) et la Société National Chemins de fer France (S.N.C.F)

V.3 Tracé en plan :

Le tracé en plan se composera de la succession judicieuse des éléments suivants : alignement droit, pleine courbe et courbe de transition.
Afin de permettre l'entretien ultérieur de la ligne, les éléments de tracé « pleine courbe » et « courbe de transition » seront matérialisés par des repères d'entrevoie placés, tous les 10 mètres, à 1 mètre du bord extérieur du rail de chaque voie et les ORP (origine du raccordement progressif) et FRP (fin du raccordement progressif) seront repérées.
Un listing des courbes précisant leurs principales caractéristiques (ORP, FRP, rayons, dévers, _d /_l, _I/_t) ainsi que le diagramme des flèches et des dévers seront fournis en version papier et sous forme d'un logiciel adapté.

La clothoïde sera utilisée comme courbe de transition.
Le plan de l'axe du tracé correspondra à l'axe de la voie dans le cas de voie unique, et à l'axe de la plate-forme dans le cas de voie double.

Les paramètres limites qui conditionnent le tracé sont repris ci-après:

- Longueur minimum des éléments de tracé
- Rayon minimum de l'alignement circulaire

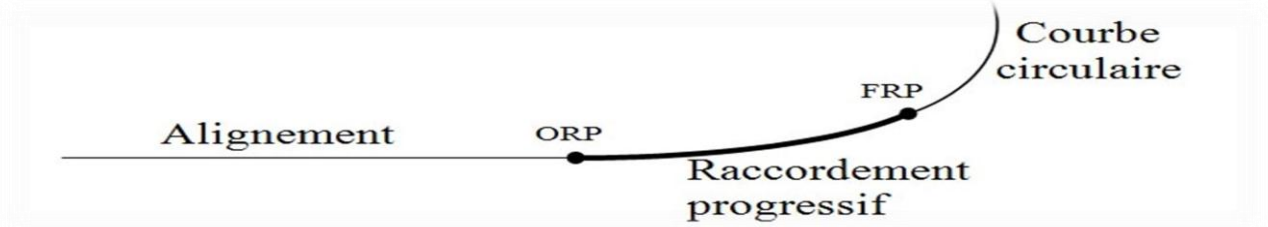


Figure V-1 Les éléments de tracé en plan

- Alignement : R = ∞.
- Courbe circulaire (Arc de cercle) : R = Constante.
- Raccordement progressif (Courbe de raccordement) : R =variable.

V.3.1 Condition et règle de tracé selon la SNTF :

Pour faire un tracé économique et technique, on doit respecter les règles suivantes :

- Si c'est une étude d'amélioration de la ligne, on doit se raccorder au réseau existant et nepas sortir du couloir choisi.
- Raccordement à la voie existante au début et fin du projet.

Utiliser le maximum d'alignements droit et entre deux courbes la longueur minimale est deLmin =0.5V (km/h) et supérieure à 30m.

- Respecté le rayon et les longueurs minimum recommandé par la SNTF.

Suivre les courbes de niveau afin de diminuer les terrassements.

- Eviter le franchissement des oueds et des routes dans la mesure du possible pour éviter les travaux d'ouvrages d'art, dans le cas où on ne peut pas éviter ça, il est préférable que le franchissement se fait perpendiculairement à la ligne d'écoulement des oueds ou bien dansles endroits les plus étroits.
- Eviter les problèmes des talus :
  - **Talus en déblais :** Evité : - présence de nappe.
    -Terrains plastiques.
    -Présence de roches fissurées.
  - **Talus en remblais :** Eviter : - présence de terrain instable (pouvant être mis en mouvement par le remblai).
    - Sol très compressible.

V.4 Paramètres de conception de la voie :

V.4.1 Paramètres de conception :

Vmax voyageurs (Km/h)	160
Vmin merchandises (Km/h)	100
Ecartement standard (mm)	1435
Rail	UIC 60

Tableau V-1 Paramètres de conception

V.4.2 Paramètres géométriques :

	Normal	exceptionnel
Dévers maximal d (mm)	160	180
$Rmin = \frac{11.8 \times Vmax^2}{Dmax + Imax}$	974	888
Longueurs minimales des alignements (m)	80	53
Longueurs minimales des pleines courbes (m)	80	53
Insuffisance de dévers admissible I (mm)	150	160
Excés de évers admissible E (mm)	110	130
Limite de la variation de dévers par rapport à la longueur (mm/m)	1.125	1.350
Limite de la variation d'insuffisance de dévers (mm/s)	75	90

Tableau V-2 Paramètres géométriques de trace en plan (SNTF)

Remarque : les contraintes existant dans la gare **SIG** en a réduit la vitesse de 160 km/h d'assurer d'insertion le rayon de 800 m au lieu rayon minimale normaliser 974m

V.5 Application au projet :

Pour une vitesse de 160 Km/h, le rayon minimal normal est de 974 m, correspondant à un dévers max de 160 mm, et d'insuffisance de dévers max de 150 mm. Donc tous les rayons du notre tracé doivent être supérieure au Rmin=974 m.

On prend le rayon R=1500 m comme exemple pour calculer les dévers et les différents paramètres correspondant à ce dernier.

- Dévers théorique :$d_{th} = \frac{11.8 \times v_{max}^2}{R} = \frac{11.8 \times 160^2}{1500} = 201.39mm$
- Le coefficient de devers :$c = 0.006 \times V_{max}^2 = 153.6$

La valeur de C doit être une multiple de 15 et doit répondre à la relation suivante :

$0.5 < \frac{C}{0.0118 \times V_{max}^2} \leq 0.7$, alors dans ce cas on prend C= 165.

- Le dévers pratique : $\frac{C}{R} \times 1000 = \frac{165}{1500} \times 1000 = 110mm$ On prend dp=150 mm.
- Insuffisance de dévers : $I = d_{th} - d_p = 201.39 - 150 = 51.39$
- Excès de dévers : $E = d_p - \frac{11.8 \times V_m^2}{R} = 150 - \frac{11.8 \times 100}{1500} = 71.33mm$
- La longueur de clothoïde : $L_{rp} = \frac{d_p}{\frac{dd}{dl}} = \frac{d_p}{\frac{180}{V_{max}}} = \frac{150}{1.125} = 133.33m$

- On prend Lrp= 160 m

- Limite de la variation de dévers par rapport à la longueur : $\frac{dd}{dl} = \frac{150}{160} = 0.94mm$
- La variation d'insuffisance de dévers : $\frac{\mathrm{dI}}{\mathrm{dT}} = \frac{\mathrm{dI}}{\mathrm{dl}} \times \frac{\mathrm{V_{max}}}{3.6} = \frac{51.39 \times 160}{160 \times 3.6} = 14.275$

Ci-dessous le listing des paramètres et des dévers correspondant à chaque rayon qui se trouve sur le tracé du tronçon d'étude :

Tableau V-3 Tableau récapitulatif des paramètres du la trace

Rayon (m)	Vitesse km/h		Dth (mm)	C	$C_{adopté}$	Vérification C	dp (mm)	dp adopté	I (mm)	E (mm)	Lrp (mm)	Lrp adopté	dd/dL (mm/m)	dl/dt (mm/s)
	Voy	Mar	$\frac{11.8 \times Vmax^2}{R}$	$0.006*V_{max}^2$		$\frac{C}{0.0118 \times Vmax^2}$			Dth-dp	$dp - \frac{11.8xVmin2}{R}$	dp/dd/dL		dp/Lrp	(I*Vmax)/(100*3,6)
800	140	100	289.1	117.6	120	0.4	150	150	139.1	2.5	133.33	160	0.94	33.81
1400	160	100	215.77	153.6	165	0.55	117.86	150	65.77	65.71	133.33	160	0.94	18.27
1500	160	100	201.39	153 .6	165	0.55	110	150	51.39	71.33	133.33	160	0.94	14.27
3000	160	100	100.69	153.6	165	0.55	55	60	40.69	20.67	53.33	90	0.67	20.1
3000	160	100	100.69	153.6	165	0.55	55	60	40.69	20.67	53.33	100	0.6	18.09

Remarque : le tracé est réalisé à l'aide de logiciel COVADIS 16.0f et les éléments du tracé en plan sont représentés dans l'annexe A.

PROFIL EN LONG

Chapitre VI: profil en long :

VI.1 Définition :

Le profil en long de la voie est constitué de pentes uniformes reliées entre elles par des courbes circulaires. Le profil longitudinal sera défini par la projection horizontale de la cote de la file basse des rails des voies sur un plan vertical passant par l'axe du tracé

- **Profil en long du terrain naturel :**

C'est une représentation plane de la surface du terrain naturel suivant un plan vertical le long du tracé en plan, ce profil va être le support pour le profil en long du projet.

- **Profil en long du Projet :**

C'est la représentation de l'allure du projet, en général le tracé d'une voie ferrée en profile est constitué par une succession d'alignement droits raccordé par des courbes circulaires.

- **Déclivité :**

On appelle déclivité la tangente de l'angle qui fait le profil en long avec l'horizontale, elle prend le nom de pente pour une descente et rampe pour une monte

Eléments de composition du profil en long :

Un profil en long est constitué d'éléments de lignes droites raccordées par des arcs de cercle en cas de changement de déclivité.

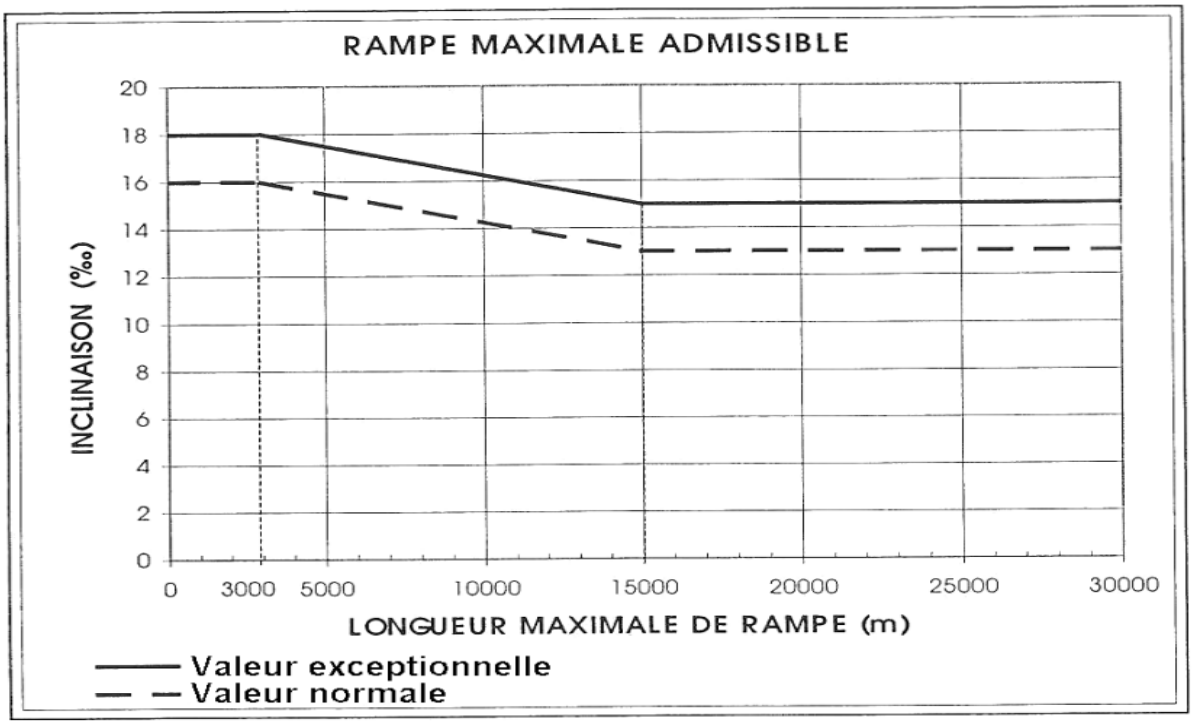


Figure VI-1 les valeurs de la déclivité en fonction de sa longueur

VI.2 Choix des alignements droits :

Le profile en long de la voie ferre est caractérisé par des valeurs très faible de déclivités pour assurer des vitesses de circulation convenables et la sécurité lors de freinage en pente est confort au démarrage de véhicule en rampe, donc la déclivité des droites ne peut pas dépasser un certain maximum fixé par la SNTF.

D'autre part, on emploie un palier de longueur supérieur à 1200m pour l'implantation de la gare, on adopte en générale les déclivités maximales suivantes :

- La déclivité de longueur inférieure à 3000 m, ne doit pas dépasser 16‰ et exceptionnellement 18‰.
- La déclivité de longueur comprise entre 3 000 m et 15 000 m, diminue graduellement pour passer de 16‰ à 13‰, exceptionnellement de 18‰ à 15‰.
- En déclivité de longueur supérieure à 15 000 m, la déclivité ne doit pas dépasser 13‰ et exceptionnellement 15‰.

La position des droites par rapport au terrain naturel dépend de plusieurs facteurs tel que :

- Eviter les terrassements inutiles.
- Equilibrer les remblais-déblais.
- Minimiser le mouvement des terres.
- Eviter d'introduire une pointe bas du profile en long dans une partie de déblais, qui risque de crées de contraintes à savoir :

Celles qui sont liées aux difficultés de terrassement et à l'évacuation des eaux pluviales.

La solution est soit de relever ce point au-dessus du terrain naturel soit d'atténuer les déclivités arrivant de chaque cote de ce point bas.

VI.3 Détermination de la longueur minimale des pentes uniformes et des raccordements en profil :

Tableau VI-1 les longueurs minimales des éléments de profile en long

VALEUR NORMALE	VALEUR EXPTIONNEL
V/2=80	V/2.5=64

Tableau VI-2 les longueurs minimales des éléments de profile en long

VI.4 Rayons de raccorde des déclivités :

Pour une vitesse de 160km/h, lorsque la différence algébrique des déclivités est supérieure à 2‰, il faut réaliser des raccordements de déclivités aux points de changement de pente. Sur la voie principale, pour le confort des voyageurs, le rayon minimal de raccordement est fixé en fonction de la vitesse du train le plus rapide :

$$R_{v=}\frac{V_{MAX}^2}{12.96 \times a_v} > (R_v)lim$$

VI.4.1 Application au projet :

		Formule		Application	
		Normal	Exceptionnel	Normal	Exceptionnel
Declivities maximal	L < 3000 m	-	-	16 ‰	18 ‰
	3000 < L < 15000 m	-	-	16 ‰ à 13 ‰	18 ‰ à 15 ‰
	L > 15000 m	-	-	13 ‰	15 ‰
	Gares	-	-	0	0
Rayon minimal en raccordements verticaux (m)	-	$0.35V^2$	$0.25V^2$	8960	6400
La longueur minimale des pentes uniformes et des raccordements enprofil en long (m)	-	V/2	V/2,5	80	64

Tableau VI-3 les éléments du profil en long

➢ **Remarque :**

- V= est la vitesse d'un véhicule rapide en Km/h.
- La longueur minimale des raccordements de déclivité est de 30m pour tenir compte des bases de nivellement des bourreuses.
- Pour une bonne coordination entre le tracé en plan et profil en long ne pas placée une courbe verticale sur une autre horizontale.


Etude géotechnique

Chapitre VII: Etude géotechnique

VII.1 Introduction :

La géotechnique ferroviaire regroupe plusieurs disciplines clés :

- la géologie : contraintes, risques naturels et impact environnemental,
- la géotechnique des matériaux : classification des sols GTR, réutilisation et valorisation,
- la mécanique des sols et des roches : conception et pérennité de l'ouvrage,
- et l'hydrogéologie : drainage, stabilité de l'ouvrage et protection des ressources.

Chacune de ces disciplines a pour objectif d'apprécier et d'anticiper au mieux les risques que peut rencontrer un projet. Une contrainte liée au contexte géologique et géotechnique d'un projet peut avoir un impact sur l'emprise de celui-ci, le potentiel de réutilisation des matériaux issus du site ainsi que le comportement des matériaux et des terrains en place

VII.2 L'étude géologique :

VII.2.1 Introduction

Science qui a pour objet de décrire et d'expliquer la nature, l'origine et la situation des roches, des terrains, etc.,

VII.2.2 Aperçu géologique régionale

Morphologie de la zone d'étude est caractérisée par une vaste dépression qui s'étend du Sud-ouest oranais à la vallée du Chélif, plus à l'Est. Cette dépression qui est encadrée au Nord par les massifs du littoral et au Sud par un ensemble de massifs montagneux, est occupée par les plaines de la Mléta et de Habra et par des lacs salés la grande sebkha d'Oran et les salines d'Arzew.

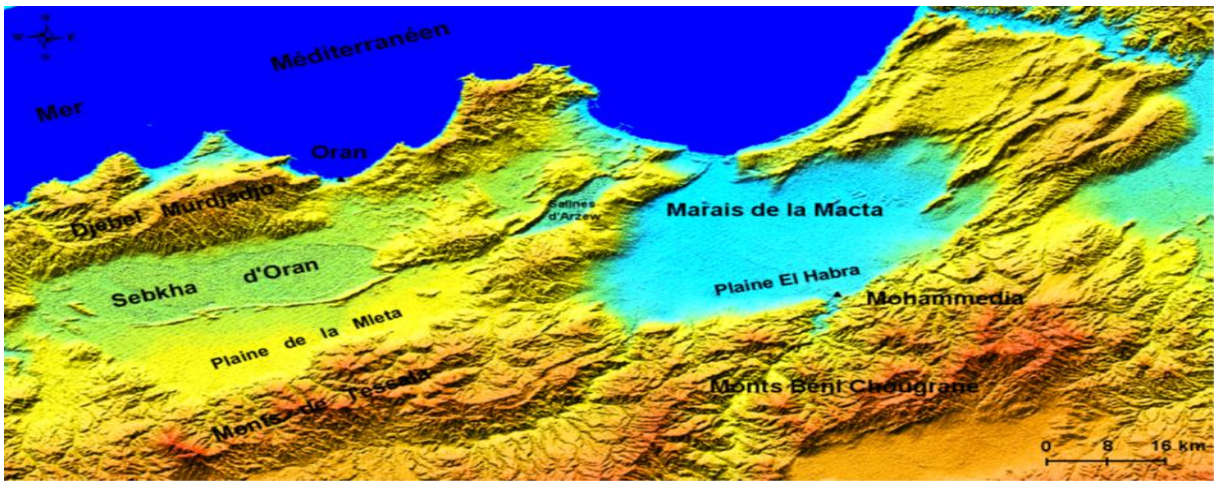


Figure VII-1 principaux ensembles morphologiques d la zone d'étude

VII.2.3 Contexte géologique de ce tronçon :

D'après la **carte géologique de St Denis du Sigg 1/50 000** la wilaya de mascara, on peut signaler que la zone d'étude est caractérisée par une géologie hétérogène.

VII.2.3.a Tronçon 1 : Entre Bou Henni (Pk 15+000) et saint Denis (P24+000)

Ce tronçon traverse principalement les alluvions récentes, ces alluvions sont en majeur partie argilo-limoneuses non rubéfiées avec des lentilles de graviers

VII.2.3.b Tronçon 2 : Du Pk 24+000 (St Denis-du-Sig) au Pk 30+000

Les principales formations géologiques qu'on y trouve sont :
Alluvions actuelles sur les lits majeurs des oueds ;
- Alluvions argilo-limoneuses non rubéfiées dites alluvions récentes ;
- Carapace calcaire
- Eboulis de pentesde c
- Terrasses des oueds recouvertes d'une carapace calcaire.

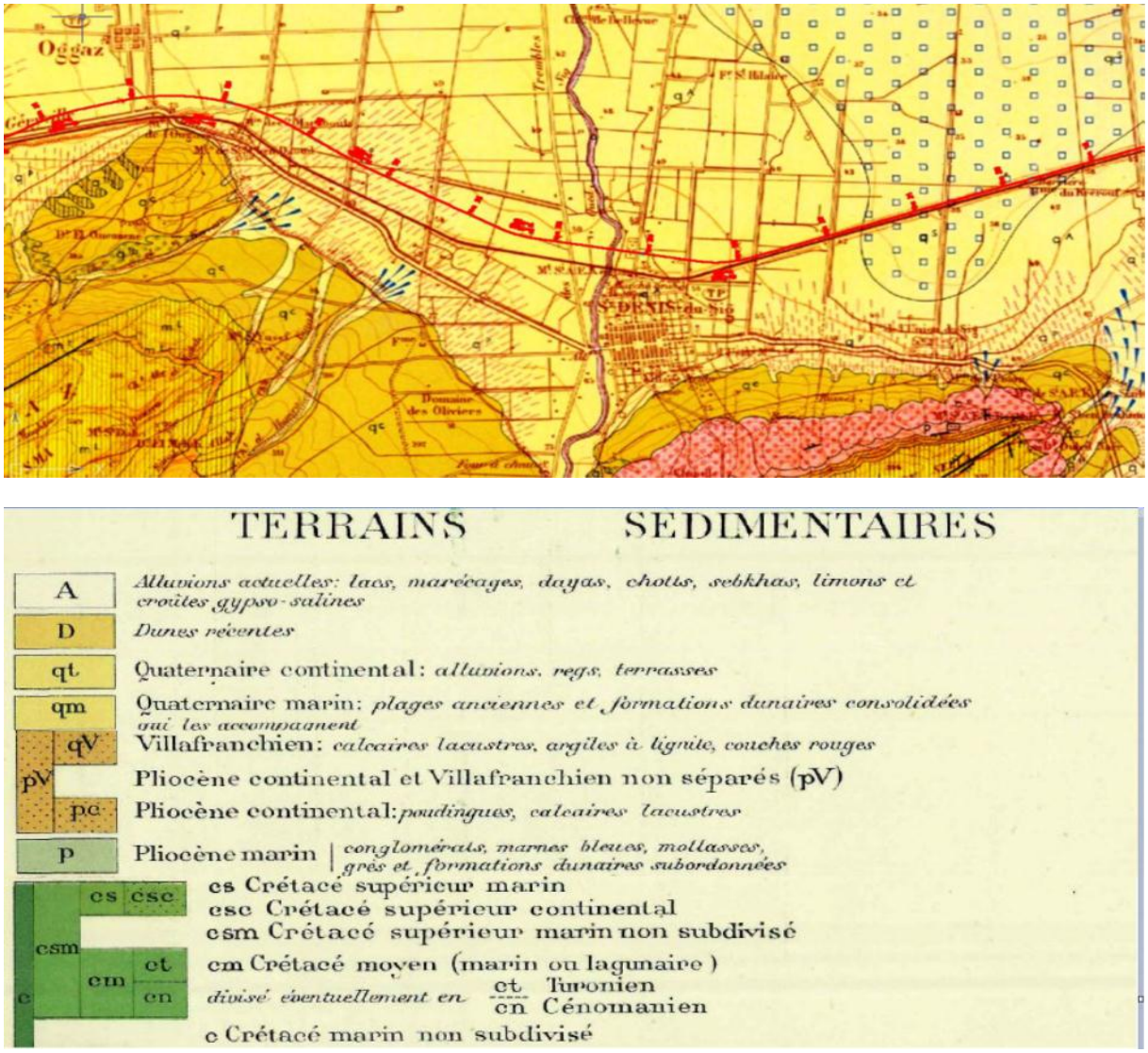


Figure VII-2Portion Carte géologique de la zone d'étude

VII.2.4 Risques géologiques :

Séisme : Le territoire national est subdivisé en cinq zones de sismicité croissante, définies sur la carte de zoning sismique ci-jointes On distingue :

- **Zone 0 :** sismicité négligeable ;
- **Zone I :** Sismicité faible ;
- **Zone IIa :** Sismicité moyenne ;
- **Zone IIb :** Sismicité élevée ;
- **Zone III :** Sismicité très élevée ;

D'après ce découpage notre région d'étude appartient à **la zone IIa** , caractérisée par une Sismicité moyenne.

VII.3 Etude géotechnique

VII.3.1 Introduction ;

La géotechnique est un domaine d'étude des propriétés physique mécanique des sols et des roches.

Cette étude Elle sert à deux choses la premier permettre de localiser les différentes couches et donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de sol

La deuxième évaluer les risque naturels recensés dans l'environnement autour du terrain et l'impact sur future de projet

VII.3.2 Programme d'investigation géotechnique :

- (04) sondages carottés de 15 à 20 m de profondeur avec essais SPT chaque 3.0 m.
- (04) sondages préssiomètriques de 15 à 20 m de profondeur, avec essai chaque 2 m.
- (5) essais PDL jusqu'au refus.
- 5 puits de reconnaissance avec prise des échantillons.
- Des essais au laboratoire.

VII.3.2.a Lot ouvrage

- **Les sondages carottes et essai SPT**

Le sondage carotté est un mode d'investigation qui permet de prélever un échantillon continu de sol peu remanié, d'effectuer des observations d'ordre géologique (données structurales, stratigraphie), des essais de laboratoire destinés à l'identification et à la mesure de leurs caractéristiques mécaniques.

L'essai de pénétration au carottier s'applique aux sols fins et grenus dont la dimension moyenne des éléments ne dépasse pas 20 mm, consiste à introduire un carottier en demi-coquille mené à sa terminaison d'une trousse, à la base d'un forage préalablement préparé et nettoyé et compter le nombre de coup N nécessaire pour faire pénétrer le carottier de 300mm

Tableau VII-1sondages carottes et essai SPT

		Essai géeotechnique		
Localisation	Type d'ouvrage	**Essais in situ**	**Prof**	**Essais au laboratoire**
15+710	Ouvrage d'art	SONDAGES CAROTTES d'avec prélèvement des échantillons intact. ESSAIS SPT	15	**-Essais d'identification Essais cisaillement rectiligne -Analyses chimiques -Essais oedométriques**
18+900	Ouvrage d'art	SONDAGES CAROTTES d'avec prélèvement des échantillons intact. ESSAIS SPT	15	**Essais d'identification -Analyses chimiques -Essais oedométriques Essais cisaillement rectiligne**
21+700	Ouvrage d'art	SONDAGES CAROTTES d'avec prélèvement des échantillons intact. ESSAIS SPT	30	**essais d'identification -Analyses chimiques -Essais oedométriques Essais cisaillement rectiligne**
27+050	Ouvrage d'art	SONDAGES CAROTTES d'avec prélèvement des échantillons intact. ESSAIS SPT	15	**essais d'identification -Analyses chimiques -Essais oedométriques Essais cisaillement rectiligne**

- **Sondages pression métriques :**

L'essai est réalisé à l'aide du pressiomètre MENARD type G Marque APAGEO :
Il s'agit d'un essai de chargement statique du terrain en place ; effectué grâce à une sonde cylindrique dilatable radialement introduite dans un forage Il permet d'obtenir le module préssiométrique **EM**, la pression limite **Pl**, la pression de fluage **Pf** et la pression de contact avec le terrain **P1**
Chaque pression est maintenue constante dans les cellules de mesure et de garde pendant 60secondes. A chaque palier, on visualise et on enregistre la pression appliquée et le volume injecté dans la sonde à 30 et 60 secondes.

Tableau VII-2essai pression métriques

Localisation	Type d'ouvrage	Essai	Prof
15+710	Ouvrage d'art	SONDAGES PRESSIOMETRIQUES	15
18+900	Ouvrage d'art	SONDAGES PRESSIOMETRIQUES	15
21+700	Ouvrage d'art	SONDAGES PRESSIOMETRIQUES	20
27+050	Ouvrage d'art	SONDAGES PRESSIOMETRIQUES	15

VII.3.2.b Lot Tracé :

- **Puit de reconnaissance :**

Le sondage de reconnaissance est un mode d'investigation qui permet de prélever un échantillon de sol remanié, le creusement s'effectue de façon mécanique à l'aide de la pelle mécanique, et permet aussi d'effectuer une visualisation des coupes de terrain (stratigraphie), et des **essais de laboratoire** destinés à l'identification et la caractérisation géotechnique en laboratoire
Les puits seront exécutés à la pelle mécanique sur une profondeur de 04m sur la section de déblais ou remblais le long de mon tracé.

Essai géeotechnique				
Localisation	Hauteur du	**Essais in situ**	**Prof**	**Essais au laboratoire**
En section déblais				
16+225	0.13	01 puit de reconnaissance avec un prélèvement d'un échantillon paraffiné par couche	4m	-Essais d'identification -Analyses chimiques -Essais oedométriques -Essais cisaillement
23+700	0.08	01 puit de reconnaissance avec un prélèvement d'un échantillon paraffiné par couche	4m	Essais d'identification -Analyses chimiques -Essais oedométriques Essais cisaillement rectiligne

28+700	0.74	01 puit de reconnaissance avec un prélèvement d'un échantillon paraffiné par couche	4m	essais d'identification -Analyses chimiques -Essais oedométriques Essais cisaillement rectiligne
En section remblais				
22+825	0.19	01 puit de reconnaissance avec un prélèvement d'un échantillon paraffiné par couche	4m	essais d'identification -Analyses chimiques -Essais oedométriques Essais cisaillement rectiligne
25+000	0.28	01 puit de reconnaissance avec un prélèvement d'un échantillon paraffiné par couche	4m	essais d'identification -Analyses chimiques -Essais oedométriques Essais cisaillement rectiligne

- **Commentaire** :

Dans le cadre d'un projet de fin d'études (PFE), on ne dispose pas les données exactes appropriés aux PK qu'on a choisi, donc on se réfère aux données des essais qui ont été déjà faites dans l'APD et le programme de prospection géotechnique fais par setirail alger pour l'étude d'exécution, où on a constaté que les résultats des essais supplémentaires ne compromettent pas les hypothèses de la phase APD

VII.3.3 Interprétation de la reconnaissance In-Situ :

VII.3.3.a Essais de Pénétration dynamique :

L'essai de pénétration dynamique consiste à enfoncer dans le sol, un train de tiges muni à son extrémité d'une pointe.
On compte de façon plus au moins continue en fonction de la profondeur, le nombre de coups nécessaire à enfoncer le train de tiges d'une hauteur plus au moins constante On calcule la résistance de pointe au moyen d'une formule calquée sur celle dite des Hollandais

$$:\boldsymbol{Rp} = \frac{\boldsymbol{M^2.H}}{\boldsymbol{S.E(M+M')}}$$

M: poids du mouton=63.5Kg
M' : poids total du train de tiges
H : hauteur de chute=50cm
E: hauteur d'enfoncement / nombre de coups correspondant (chaque 20cm)

S : section de la pointe=15cm^2

Tableau VII-3 essai pénétration dynamique

PK	24+370		25+000	27+600	28+700
Profondeur (m)	0-1	1-7	0-10.5	0-6	0-4.8
Rp moyenne (bars)	>90	Oscille autour 50bar	Oscille autour 80bar	Oscille autour 50bars	>100bars
Rp max (bars)	557.26		478.07	557.26	667.89
Profondeur Refus (m)	7.8		10.6	7.4	4.80

PK	15+230	16+225	22+825	23+700
Profondeur (m)	0-7.50m	0-10.2	0-12.3	0-9.9
Rp moyenne (bars)	>100bar	Oscille autour 40bars	Oscille autour 70bar	Oscille autour 50bar
Rp max (bars)	528.1bar	478.07	436.7	501.84
Profondeur Refus (m)	8.6	10.40	12.2	10

VII.3.3.b Nature géologique du terrain

- **Par sondages carottés**

Les coupes lithologiques établies lors de l'exécution des sondages carottés, montrent ce qui suit :

Tableau VII-4 nature du terrain par sondages carottés

Localisation(PK)	Profondeur (m)	Nature
15+710	0.00 -5.00	Argile limoneuse marneuse grisâtre à jaunâtre
	5.00 - 15.00	Argile limoneuse marneuse jaunâtre
18+900	0.00 -5.50	Sable marneux jaunâtre avec passage(1m-1.40m)
	5.50-10.20	d'argile grisâtre Argile marneuse limoneuse grisâtre
	10.20 - 15.00	Sable marneux jaunâtre
21+700	10.00-15.00	Argile limoneuse marneuse grisâtre
	15.00-30.00	Argile limoneuse marneuse Jaunâtre
27+050	0.00-5.50	Sable marneux jaunâtre
	5.50-15.00	Dépôt alluvionnaire constitué de sable marneux + gravier + galet
28+260	0.00 -0.50	Terre végétale
	0.50 – 15.00	Argile marneuse limoneuse sableuse graveleuse rougeâtre a jaunâtre

- **Par Puits de reconnaissance**

Les coupes lithologiques établies lors de l'exécution du prélèvement par puits, montrent ce qui suit :

Tableau VII-5nature du terrain par puit de reconnaissance

LOCALISATION	objectif	Profondeur (m)	Nature de terrain
16+225	deblai	0.00-0.20	Terre végétale
		0.20-4.00	Sable marneux jaunâtre
22+825	remblai	0.00-0.20	Terre végétale
		0.20-4.00	Sable marneux jaunâtre
23+700	deblai	0.00-0.25	Terre végétale
		0.25-4.00	Sable marneux jaunâtre
25+000	remblai	0.00-0.20	Terre végétale
		0.20-4.00	Argile sableuse jaunâtre
28+700	deblai	0.00-0.30	Terre végétale
		0.30-4.00	Sable maeneux graveleux

VII.3.4Analyse du laboratoire :

Tous les échantillons prélevés à partir des puits (PR) et les sondages carottés réalisés ont fait l'objet des analyses en laboratoire conformément aux normes en vigueur, données dans le tableau ci-dessous, ainsi le programme d'essai en laboratoire a consisté à l'exécution des essais suivants :

- Essais d'identification (Granulométrie, Sédimentométrie, Limites d'Atterberg, teneur en eau naturelle, Le poids spécifique **γd**).
- Essais de propreté Essai au Bleu Méthylène VBS).
- Essais mécaniques (Des essais Proctor modifié.

VII.3.4.a Interprétation des résultats des puits de reconnaissance :

puits	PK	Prof(m)	Nature lithologique	Analyses granulométrique			Wn	Limites d'Atterberg			VBS	Proctor normal			
				<2 mm	< 80µm	< 2 µm		wL	Wp	IP		W_{opt}	γ_{dmax}	Classe GTR	Classe UIC
		De à		%	%	mm	%	%	%	-		%	t/m^3		
PU25-MOT	16+225	0.20 □ 4.00	Argile marneuse sableuse	76	68	47	10.79	49	25	24	3.33	11.50	1.76	$A2_m$	QS1
PU26-MOT	22+825	0.20-4.00	Argile marneuse sableuse	100	100	74	12.03	51	26	25	3.33	9.40	1.70	A2h	QS0
PU27-MOT	23+700	0.25-4.00	Argile marneuse sableuse	100	100	75	10.14	49	25	24	3.06	11.10	1.73	$A2_m$	QS1
PU28-MOT	25+000	0.20–4.00	Argile sableuse graveleuse	96	86	62	4.98	49	25	24	3.33	7.50	1.78	$A2_{ts}$	QS0
PU29-MOT	28+700	0.30-4.00	Argile marneuse sableuse graveleuse	94	88	64	9.01	52	25	27	2.66	9.40	1.63	$A3_m$	QS1

Tableau VII-6 classification du sol support selon GTR +UIC 719

VII.3.5Analyse chimique :

Tableau VII-7 résultat des analyses chimique

Sondages	Resultats exprimés en % et en poids				
	Profondeur (m)	Sulfates SO4	Carbonates CaCo3	Chlorures Cl-	Mo
SC04-MOT AU PK 15+710	4.80-5.00	TRACES	16.40	00.28	01.15
SC05-MOT AU PK18+900	7.20-7.55	TRACES	22.80	00.31	01.35
	14.45-14.70	TRACES	28.60	00.31	01.20
SC06-MOT AU PK21+700	11.60-12.00	TRACES	24.80	00.28	01.31
SC07-MOT AU PK27+050	1.00-2.00	TRACES	32.20	00.35	00.84
	4.00-5.00	TRACES	25.40	00.28	01.46
SC08-MOT AU PK27+050	1.00-2.00	TRACES	06.20	3.31	00.73
	2.70-3.00	TRACES	05.80	00.28	01.04
	10.00-10.40	TRACES	27.06	00.24	01.35
SC09-MOT AU PK28+260	2.50-3.00	TRACES	11.20	00.24	N-D
	6.10-6.45	TRACES	15.60	00.28	N-D

- Agressivité NULLE selon **NFP 18-011** du **06/92**
- Sol non organique selon **XP P 94-011 DU 08/1999**

VII.3.6Synthèse des résultats obtenus à travers la compagne :

VII.3.6.a Unité 1 : Argile marneuse sableuse parfois graveleuse (AMSG) :

Trouvée généralement recouvert par les unités 01 et 02 à partir 3m de profondeur et peut atteindre 20m ou plus, localisée du PK16+225 au 28+700. ⎪ Les résultats des analyses granulométriques dénotent un sol fin avec un pourcentage global des éléments dont le diamètre (< 80 µm) qui varie entre 68 et 100 % ; peu plastique a plastique, à caractère moyennement compressible à assez fortement compressible. Cette unité est classée le plus souvent en catégorie A2 et A3, et peut être réutilisée en matériau de remblai à 60%, si la teneur en eau n'est pas trop élevée.

Tableau VII-8 Indice de plasticité (%)

Indice de plasticité (%)	Qualificatif
Ip≤12	Non plastique
12≤Ip≤25	Peu plastique
25≤Ip≤40	Plastique
Ip>40	Très plastiques

VII.3.7 Conditions de réutilisations des matériaux de déblais :

La classification des matériaux excavés en vue de leur réutilisation basée sur ce qui est défini par l'union internationale des chemins de fer au code UIC 719R pour les ouvrages en terre et couches d´assises ferroviaires.

Tel qu'est établi dans le code UIC 719R les matériaux sont classifies selon les classes de qualité des sols indiquées dans l'**ANNEXE**

Tableau VII-9Estimation du % de réutilisation des matériaux excavé

localisation	Classifications de matériaux basées sur les résultats des essais de laboratoire			Matériaux Réutilisables
	UIC 719R	**GTR (LCPC)**		
PK 16+225	QS1 (1)	A2		OUI
PK 23+700	QS1(1)	A2		OUI
PK 28+700	QS1 (1)	A3		OUI
PK 22+825	QS0 (1)	A2		NON
PK 25+000	QS0 (1)	A2		NON

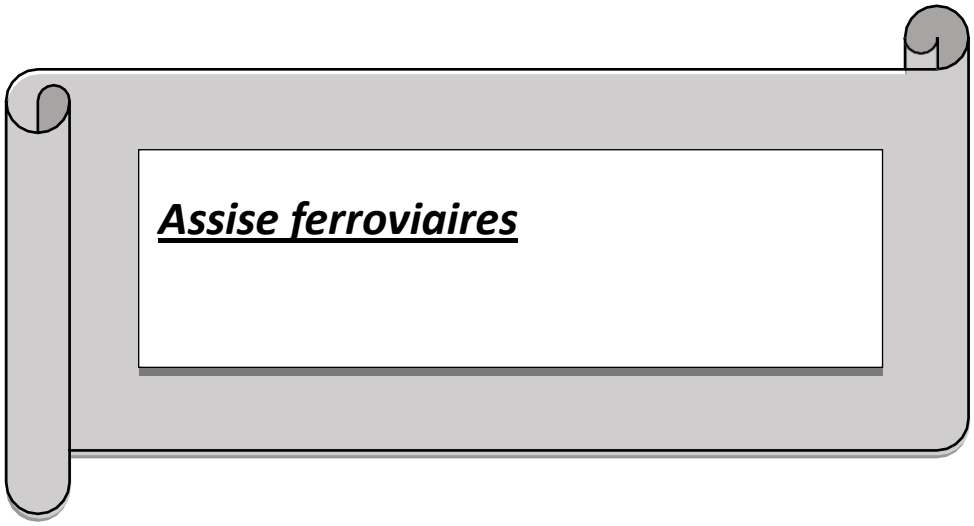
Remarque : Selon le code UIC 719R les matériaux de la classe QS1(1) qui présentent une plasticité élevée Ip >25% et des teneurs en eaux naturelle classifient avec état hydrique humide sont éliminé de la réutilisation en remblais.

Dans le tronçon étudie les matériaux excavés présentent des caractéristiques permettent la réutilisation en remblais. C'est le cas des sols QS1(1) qui présentent une baisse plasticité Ip< 25% qui présente un pourcentage des fins > 40%

VII.3.8 Conclusion :

Ces matériaux sont classés comme étant des sols fins ou des sols sableux et graveleux avec fines, peu plastique à moyennement plastiques. Selon la fiche UIC 719R, la classe de qualité du sol de la plateforme, correspond globalement à la classe de sol de type

QS1 « sole médiocres ».


Assise ferroviaires

Chapitre VIII: Assise ferroviaires

VIII.1 Généralité :

Les couches d'assise de la voie ont pour but de :

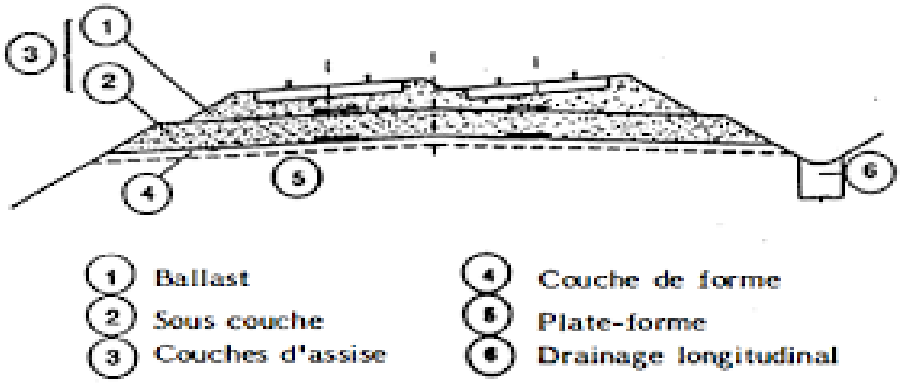
- ✓ Répartir sur la plateforme les charges concentrées qu'elles recoivent des traverses
- ✓ Amortir une part des vibrations en provenance du contact rail-rou .
- ✓ Contribuer aux stabilisations longitudinales et latérales de la voie
- ✓ Les couches d'assise permettent dans une large part d'assurer par leur nature et leur épaisseur le bon comportement de la voie du point de vue rigidité ,tenue et drainage .

L'assise de la voie est constituée de haut en bas :

- ✓ Du ballast
- ✓ Sous couche ,de meme constituée du sous balast et de la couche de fondation et éventuellement une couche anti-contaminante .

De la plate-forme composée de :

- ✓ Couche de forme.
- ✓ Corps de remblai ou terrain naturel en déblai



VIII.2 Ballast :

Le ballaste est un granulat utilisé dans la super structure de la voies ferrées

La résistance longitudinale et latérale satisfaisante de la voie dépend de la masse du ballast, de sa granulométrie, de sa forme, de sa propreté et de son état de compactage.

VIII.2.1 Rôle de ballaste :

Le ballaste forment une couche épaisse qui repend aux exigences suivantes :

- ✓ Transmettre des efforts engendrés par le passage des trains au sol, sans que celui-ci ne se dé forme par tassement.

- ✓ Assure en raison de sa granularité particulière le drainage et l'évacuation des eaux superficielle.
- ✓ Jeux le rôle d'un amortisseur de vibration très efficaces grâce à sa propriété rhéologique (dissipation de l'énergie de vibration par attrition contact des éléments).

VIII.2.2 Section du ballast

L'épaisseur de ballast recommandée sous les traverses doit être au minimum de 300mm. Le long du tracé, la largeur d'épaulement du ballast recommandée est de 400mm pour des vitesses allant jusqu'à 160 km/h, et de 500mm pour les vitesses plus élevées. Le sommet de l'épaulement du ballast doit arriver au moins au niveau du sommet de la traverse.

VIII.2.3 Matériaux :

La qualité de ballast est exprimée à partir des essais classiques :

- ➢ Essai de la résistance à l'usure (essai Deval au micro-deval).
- ➢ Essai de la résistance à la fragmentation (essai de los Angeles).
- ➢ Essai de la résistance à la compression.

Le ballast utilisé en chemin de fer doit avoir ou moins les qualités suivantes :

- ➢ Pierre rocheuse dure concassée, résistance à la compression: ≥ 1200 kg/cm² Maille: 22,4/63.
- ➢ Limite de maille entre 31,5-50 mm: 50%
- ➢ Résistance à l'érosion avec le coefficient Los Angeles: ≤ 15 %
- ➢ La granularité du ballast se situe à proximité dans la classe 20 à 60 mm (pierre cassée)

VIII.3 Sous couche :

Sous la couche de ballast on dispose de la sous-couche, qui comprend les couches de sous ballast, la couche de fondation, la couche anti-contaminant et le feutre géotextile.

VIII.3.1 Les rôles des sous couches sont :

- ➢ Renforcer la plate-forme en réduisant les charges au fond de la couche de ballast,
- ➢ Contribution à l'amélioration des propriétés vibratoires,
- ➢ Amélioration de la portance et meilleure répartition des charges transmises,
- ➢ Séparer le ballast de la fondation en prévenant la remontée des fines de la fondation dans le ballast et le cisaillement de la fondation par les particules pointues de ballast.
- ➢ Anticontamination entre la plateforme et la couche de ballast,
- ➢ Garantir le drainage et évacuation des eaux de pluies.
- ➢ Protection contre l'érosion du gel et de la boue

Le sous ballast est exécuté en grave propre, bien graduée, comportant au moins 30% de concassés d'un calibre 0/30mm. Les meilleurs sous-produits des carrières ouvertes pour la préparation du ballast, pourront entrer dans la constitution du sous ballast.

VIII.4 Plate- forme :

VIII.4.1 Définition :

La plate-forme dont la partie supérieure est compactée en couche de forme est également pentée transversalement.

Dans le cas d'un remblai, la couche de forme est constituée du même matériau que le corps de remblai, elle s'en distingue par un taux de compactage plus élevé

Dans le cas d'un déblai, la couche de forme est obtenue par compactage du fond de fouille, cependant on peut prévoir un apport de sol de meilleure qualité.

VIII.4.2 Classification des sols selon UIC et la norme NFP 11-300 :

La classification élaborée par l'Union international des chemins de fer (UIC) a été adopté pour la classification du sol support le long du tracé. Cette classification se base sur les caractéristiques géotechniques ainsi que sur les conditions hydrauliques et hydrogéologiques.

On distingue, selon que les conditions ci-dessus soient bonnes ou mauvaises et selon les modalités de tableau, les quatre classes de **qualité QSi de sols** ci-après :

- **QS0 : Sols "impropres"** à la réalisation d'une plateforme correcte et nécessitant certaines mesures confortatives, (remplacement du matériau sur une certaine épaisseur, traitement aux liants, utilisation de géotextiles, renforcement par pieux, etc.)
- **QS1 : Sols médiocres** acceptables tels quels, dont on doit toujours se préoccuper du bon drainage. Ces sols peuvent, éventuellement, être transformés en sols de meilleure qualité par un traitement approprié, (traitement aux liants).
- **QS2 : Sols moyens.**
- **QS3 : Bons sols.**

Ainsi selon les résultats des essais géotechniques obtenues et la norme (NFP 11-300), les sols de la plateforme du projet, sont en grande partie de la **classe A** sous classe, **A2h, A2m, A3m ;A2ts** pour l'ensemble du tronçon.
Selon la fiche UIC 719R, la classe de qualité du sol de la plate-forme, correspond globalement à la classe de sol type QS1 parfois de type QS0

VIII.4.3 Classes de portance des Plate-forme :

la portance d'une plate-forme dépend :

- De la qualité du sol constituant le corps de remblai ou du sol en place en fond de déblai ,
- De la qualité et de l'épaisseur de la couche de forme (lorsque cette derniére existe).
- On peut distinguer , en fonction des paramètres ci-dessus les trois classes de portance de plates_forme suivantes :
  - P1 :plate-forme médiocre
  - P2 : plate-forme moyenne
  - P3 : plate-forme bonne.

Tableau VIII-1la classe la portance de la plate-forme (normes UIC 719R p.34)

Classe de qualité du sol	Classe de portance envisagée pour la plate-forme	Couche de forme à mettre en œuvre pour obtenir cette classe de portance	
		qualité	Epaisseur Minimale ''e_f ''(m)
QS1	P1 P2 P2 P3	QS1 QS2 QS3 QS3	- 0.50 0.35 0.50

QS2	P2 P3	QS2 QS3	- 0.35
QS3	P3	QS3	-

VIII.4.4 Plate- forme proposée :

Compte tenu de ce qui précède, notamment la classe des qualités du sol support le plus souvent rencontré le long du tracé est en majorité **QS1**, ainsi que les prescriptions données par les UIC nous conseillons d'opter pour une plateforme de type **P2** (Plateforme moyenne) dimensionnée préalablement pour un tel type de sol **(QS1).**

VIII.4.5 Couche de forme :

Les résultats des travaux du terrain et les résultats montre que si on envisage pour une classe **QS1,** une plateforme moyenne, c'est-à-dire de classe **P2,** on aura : Sur les matériaux **QS1**, une couche de forme dont la qualité de sol est **QS3** et cela sur une épaisseur minimale de **35 cm**.

VIII.5 Calcul de l'épaisseur minimale :

Une plateforme ferroviaire est constitué généralement par un ensemble de sous couches à savoir :

- Une couche de ballast.
- Une sous-couche, mono ou multi couche

L'épaisseur de l'ensemble ballast + sous-couches est donnée par l'expression suivante :

$$e = E + a + b + c + d + f + g$$

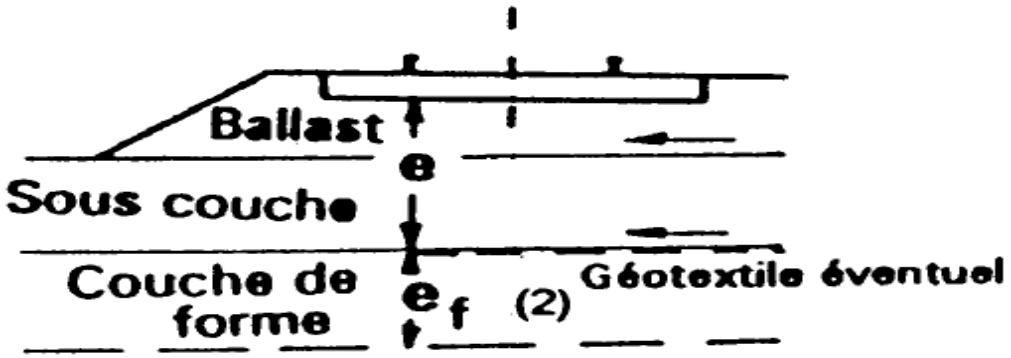


Figure VIII-1 différentes couches de voie ferre

Avec:

- E = (classe de la plateforme P1, P2, P3),
- a = classe de la voie (groupe de 1 à 6 voir UIC 714).
- b = type et longueur de la traverse
- c = ligne nouvelle
- d = (la charge maximal à l'axe)
- f = type de plateforme et vitesse de référence.
- g = Géotextile

Basés sur l'analyse des résultats de l'investigation géotechnique et dans le cadre des recommandations de la fiche UIC-719 R, la couche de sous-ballast devra prendre en compte les aspects suivants :

- Capacité de sol support ;
- Effet de gel.

1- Le climat de la zone de la voie n'est pas sous l'effet de la glace.
2- Du point de vue de capacité de sol support, l'épaisseur du ballast avec sous ballast « **e** » est en fonction des facteurs suivants :

- Classe du support de la couche de forme (ou fondation);
- Type et espacement de la traverse;
- Caractéristiques du trafic (tonnage journalier, chargement par d'essieux et vitesse).

Tableau VIII-2les valeurs des différents paramètres pour le calcul de l'épaisseur

E	**0.70 m**	**Pour les plates-formes de classe de portance P1**
	0.55 m	Pour les plates-formes de classe de portance P2
	0.45 m	Pour les plates-formes de classe de portance P3
A	**0 m**	Pour les groupes UIC 1 et 2 (ou lignes à V> 160 km/h quel que soit le groupe UIC
	-0.05 m	Pour les groupes UIC 3 et 4
	-0.10 m	Pour les groupes UIC 5 , 6 et « 7 , 8 , 9 avec voyageurs »
	-0.15 m	Pour les groupes UIC « 7 ,8 ,9 sans voyageur »
B	**0**	Pour les traverses bois de longueur 2.60 m
	$\frac{2.5 - L}{2}$	Pour les traverses béton de longueur L (b en m, L en m , b peut etre négatif si L> 2.50 m)
C	**0**	Pour un dimensionnement normal
	-0.10 m	À titre exceptionnel pour des opérations difficiles sur les lignes existantes de UIC autre que « 7 ,8 ,9 sans voyageur »
	-0.05 m	À titre exceptionnel pour des opérations difficiles sur lignes existantes de groupe UIC « 7 , 8 , 9 sans voyageur »
d	**0**	Lorsque la charge maximale d'essieu des véhicules remorqués ne dépasse pas 200 KN
	+ 0.05 m	Lorsque la charge maximale d'essieu des véhicules remorqués ne dépasse pas 225 KN
	+ 0.12 m	Lorsque la charge maximale d'essieu des véhicules remorqués ne dépasse pas 250 KN
f	**0**	pour toutes les lignes parcourues à V ≤ 160 km/h et pour les plates-formes de portance P3 , des lignes parcourues à grande vitesse
	+ 0.05 m	pour les plates-formes de classe de portance P2 des lignes parcourues à grande vitesse

	+ 0.10 m	pour les plates-formes de classe de portance P1 des lignes parcourues à grande vitesse
g	**0.01 m**	Géotextile lorsque la couche de forme est en sol QS1 ou QS2
	0	(Pas de Géotextile) lorsque la couche de forme est en sol QS3

- **Géotextiles :**

conditions d'emploi dans les applications suivantes :

- Voies de circulation provisoires, voies de faible trafic, et couches de forme routières,
- Aires de stockage et de stationnement,
- Sous remblais sur sols compressibles,
- Dans les structures d'assise ferroviaires.

VIII.5.1 Application au projet :

VIII.5.1.a Dimensionnement de la couches d'assise

Tableau VIII-3 dimensionnement de la couche d'assise

Paramètre	en pleine voie	Description
Ballast	**0.30 m**	
Traverses L	**2.24 m**	
E	**0.55**	**Pour la plateforme P2 (épaisseur de la C.F≥35cm)**
A	**-0.05**	**Pour le groupe UIC 03**
B	**(2.50-L /2) = 0.13 m**	**Pour la traverse**
C	**0.00 m**	**Pour un dimensionnement normal**
D	**0.05 m**	**Pour charge essieux 225 KN**
F	**0.00**	**pour toutes les ligne parcourues à V≤160 km/h**
G	**0**	**Pas de Géotextile puisque la couche de forme est en sol QS3**

Donc :

e = 0,55 -0.05 + 0,13 + 0 + 0,05 + 0 = 0,68 m

On aura donc **e = 0,68 m** posé sur une couche de forme de supérieur ou égale à 35cm.

VIII.5.2 Structure de la voie :

- Ballast : 30 cm (sous traverse)
- Sous-ballast : 20cm
- Couche de Fondation : 20cm.

- Couche de forme de type QS3 : épaisseur minimale de 35 cm compacté 100%de la densité sèche correspondant à l'optimum Proctor normal.

Épaisseur totale : **105 cm** pour un sol support **QS1**.

VIII.6 Etat de la plateforme et ouvrages en terre de la ligne existante

- Un mauvais fonctionnement hydraulique de la plateforme et de sous couches, ce qui a engendré une insuffisance notoire de la portance et provoqué des déformations irréversibles avec détérioration de la géométrie de la ligne (affaissement de la plateforme).
- Les épaisseurs et les caractéristiques des couches d'assises sont en deçà de valeurs habituelles pour une ligne à trafic mix à une vitesse de 160 Km/h
- La plateforme de la ligne ancienne n'est pas conçue selon les standards actuels, où sur cette dernière le ballast est posé directement sur le sol support.
- Ballast contaminé ;

  Afin d'assurer la pérennité de la future plateforme et la sécurité du trafic et de passagers. Une substitution sur 1m sur la plate□forme existante s'avère indispensable. L'opération consiste à reprendre la plate□forme sous la voie pour la rendre conforme aux spécifications techniques.



Figure VIII-2 Vue montrant une zone affaissement de la plateforme

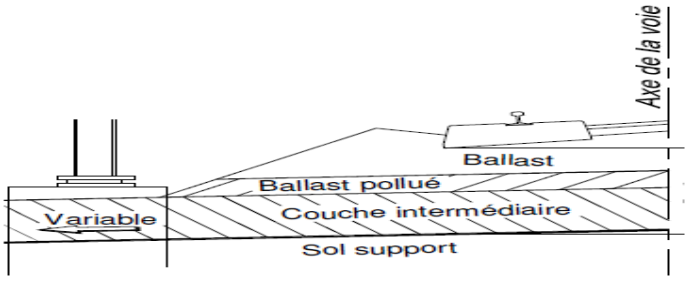


Figure VIII-3 Représentation schématique de la ligne existante

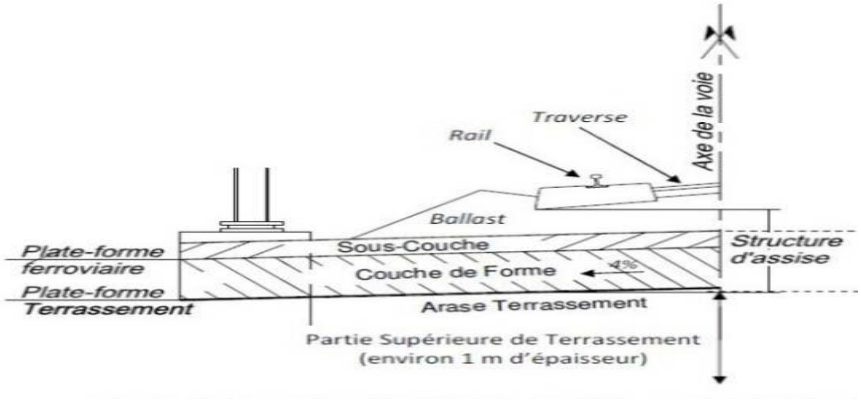


Figure VIII-4Schéma type de structure d'assise ligne moderne





Figure VIII-5 Vue générale sur l'état de la structure de la ligne existante

VIII.7 Conclusion :

Le dimensionnement permet de mettre en évidence l'épaisseur des différentes couches qui doivent être présentes pour supporter et disperser les charges transmises par le matériel roulant. Nous avons respecté les normes de l'UIC en vigueur, et nous aborderons le profil en traverse dans le prochain chapitre après ce chapitre.

Etude hydrologique et hydraulique

Chapitre IX: Etude hydrologique et hydrolique

IX.1 Introduction :

La présente étude hydrologique a pour objet d'estimer les débits de projet nécessaire à la conception des ouvrages de drainage hydrauliques identifiés sur de la ligne ferroviaire reliant Mohammedia et Oued Tlélat soit un linéaire de 46 km (Sous mission B4).

L'étude décrit la méthodologie adoptée pour déterminer les éléments de calculs hydrologiques et hydrauliques des crues drainées par les bassins et les sous-bassins versants de la zone de projet.

L'étude permettra le dimensionnement des ouvrages hydrauliques (les ponts, les viaducs, les traversés busés ou les dalots) au niveau des points de franchissements des affluents hydrauliques (les oueds, les chaabets, les fossés) avec la voie ferroviaire.

IX.2 Etude hydrologique :

IX.2.1 Climat :

Les données climatiques considérées dans le cadre de cette étude concernent essentiellement les précipitations, les variations des températures ainsi que d'autres phénomènes climatiques tels que ; la vitesse de vent, l'insolation, l'humidité, etc.…).

IX.2.1.a La région d'El Mohammadia :

La station de Mohammedia est localisée dans la wilaya de mascara. Le climat de la région de Mohammedia est de type méditerranéen avec une tendance semi-aride.

- **La précipitation :**

La pluie moyenne annuelle est de 291,8 mm. Les pluies maximums sont enregistrées entre décembre et janvier respectivement 90,2 et 80 mm. La répartition des précipitations par saison est la suivante :

- 43% en automne
- 34% en hiver
- 20% au printemps
- 3% en été

- **La température :**

La température moyenne du mois le plus chaud est de 28,9° C (juillet) tandis que celle du mois le plus froid est de 7.8°C (janvier). La présence du sirocco est fréquente dans la région.

Le vent moyen est exprimé en m/s et dixièmes.
Le vent maximal est exprimé en m/s entiers.

IX.2.1.b La région d'Oran :

le climat de la région d'Oran est de type méditerranéen, avec des étés chauds et secs et des hivers doux et humides, avec des précipitations concentrées entre les mois d'octobre et d'avril. Le vent est également un facteur important, avec le vent marin en été et le vent du nord-ouest en hiver.

- **La précipitation :**

L'examen de la répartition mensuelle des précipitations montre que la valeur maximale des précipitations est enregistrée au mois de décembre 146 mm La moyenne annuelle des précipitations est de l'ordre de 289,6 mm répartie comme suit :

- 33% en automne
- 40% en hiver
- 25% au printemps
- 2% en été

- **La température :**

La valeur maximale est enregistrée au mois d'août avec une température moyenne de 25,2°C. La température mensuelle moyenne est de 19,1°C.

IX.2.2 Voie actuelle et drainage existant :

Après la visite sur place au tracé actuel, il a été effectué un inventaire des ouvrages de drainage existants sur la plateforme actuelle pour analyser sa réutilisation et comme base pour le calcul postérieur et dimensionnement du système de drainage de la nouvelle plateforme.

Le tableau suivant donne les ouvrages existants sur la voie actuelle :

Tableau IX-1: listing des ouvrages existants

N	PK	PHOTOS	DIMENSIONS
1	15+150		3 Dalot (3mx3m)
2	17+325		2 Dalot (2mx2m)
3	17+862		Buse Ø1000

4	18+650		Buse Ø1500
5	19+170		Buse Ø1000
6	21+712		pont (21 m x10m)
7	24+809		2 Buse Ø1000
8	25+575		2 Buse Ø1500
9	26+975		Pont
10	29+182		2 Dalot (4mx3.5m)

IX.2.3 Bassin versants :

IX.2.3.a Délimitations des bassins versants :

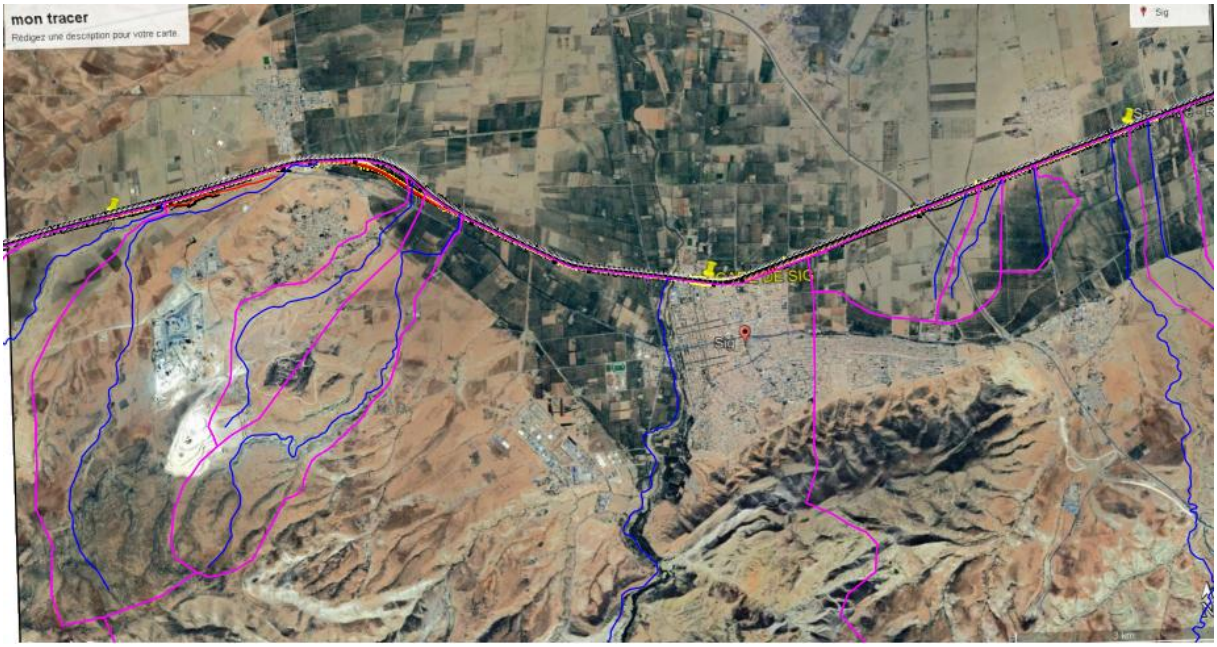


Figure IX-1 délimitations des bassin versant

IX.2.3.b Les caractéristiques des bassin versants :

Une fois que les bassins sont identifiés, on calcule le débit apporté par chacun d'eux. Lesprincipaux paramètres qu'on doit identifier pour la modélisation des bassins sont :

- A [m²] : surface
- P [m] : périmètre
- L [m] : longueur de l'oued
- Hmax [m] : altitude max
- Hmin [m] : altitude min

À partir de ces données, on calcule d'autres paramètres importants qui définissent le bassin :

- **Altitude moyenne [m] :**

$$H_{moy} = \frac{H_{\max} + H_{\min}}{2}$$

- **Différence entre l'altitude maximale et minimale du bassin [m]:**

$$\Delta H = H_{\max} - H_{\min}$$

- **Pente du bassin[m/m] :**

$$J = \frac{\Delta H}{L}$$

- **Coefficient de compacité de Gravelius :**

$$Kc = \frac{P}{P_{cercle_équivalent}} = 0{,}2821 \cdot \frac{P}{\sqrt{S}}$$

- **Longueur du rectangle équivalent [m]:**

$$\frac{Lr}{\sqrt{S}} = \frac{Kc}{1{,}12838} + \sqrt{\left(\frac{Kc}{1{,}12838}\right)^2 - 1}$$

Tableau IX-2: caractéristique physiques des bassins versant.

N° BV	PK	S (m2)	P(m)	L(m)	H_{max}	H_{min}(m)	H_{moy}(m)	ΔH (m)	J(m/m)	Kc	Lr(m)
23	15+150	98 165 315	56 218	31975	788	38	413	750	0.0235	1.601	24023
24	16+300	1 120 244	4 332	1279	56	36	46	20	0.0156	1.155	1313
25	16+800	1 045 075	4 949	1885	49	33	41	16	0.0085	1.366	1934
26	17+325	2 392 427	6 846	1564	48	32	40	16	0.0102	1.249	2444
27	21+712	4 106 504 485	468 426	227046	1328	43	685.5	1285	0.0057	2.062	215129
28	24+809	6 060 313	14 038	7950	610	50	330	560	0.0704	1.609	6011
29	25+576	2 954 108	10 381	4989	375	54	214.5	321	0.0643	1.704	4540
30	26+975	54 381 141	52832	27067	545	62	303.5	483	0.0178	2.021	24166

IX.3 Calcul hydrauligique :

IX.3.1 Temp de concentration :

Le temps de concentration est le temps que mettent des gouttes d'eau non évaporées et non infiltrées dans le sol en descendant du sommet du bassin versant jusqu'à l'exutoire.

Pour le calcul des temps de concentration des bassins versants on utilise les deux formules suivantes :

- **Formule de Ventura : (B.V inférieur à 5 Km^2) :**

$$Tc = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{S}{J}}$$

Tc [h] temps de concentration

S [km2] surface du bassin versant

J [m/m] pente brute du bassin

- **Formule de Passini : (B.V entre 5 Km^2 et 25 Km^2) :**

$$Tc = \frac{0{,}108 \cdot (S \cdot L)^{1/3}}{\sqrt{J}}$$

Tc [h] temps de concentration

S [km2] surface du bassin versant

L [km] longueur de l'oued principal

J [m/m] pente brute du bassin

Formule de Giandotti : (B.V supérieur à 25 Km^2) :

$$Tc = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1{,}5 \cdot L}{0{,}8 \cdot \sqrt{H}}$$

Tc [h] temps de concentration

S [km2] surface du bassin versant

L [km] longueur de l'oued principal

H [m] différence entre l'altitude maximale et minimale du bassin

Tableau IX-3: Temps de concentration des bassins versant.

N° BV	PK	S (m^2)	L(m)	dh(m)	J(m/m)	S (BV)<5 km2	5km2<S(BV)<25 km2	S(BV)>25 km2
						Ventura(h)	Passini(h)	Giandotti(h)
1	15+150	98 165 315	31975	750	0.0235	-	-	3.998
2	16+300	1 120 244	1279	20	0.0156	1.077	-	-
3	16+800	1 045 075	1885	16	0.0085	1.411	-	-
4	17+325	2 392 427	1564	16	0.0102	1.945	-	-
5	21+712	4 106 504 485	227046	1285	0.0057	-	-	20.814
6	24+809	6 060 313	7950	560	0.0704	-	1.481	-
7	25+576	2 954 108	4989	321	0.0643	0.862	-	-
8	26+975	54 381 141	27067	483	0.0178	3.987	-	-

IX.3.2 Le coefficient de ruissellement :

Le coefficient de ruissellement C, est un paramètre exprimant la fonction de ruissellement d'eau sur un sol saturé d'eau par rapport aux précipitations totales tombées sur le bassin. Dans la méthode Kenessey le coefficient C est la somme des trois composantes (C1 ; C2 et C3), détaillé comme suit :

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

Tableau IX-4: Coefficient de ruissellement selon la méthode de Kenessey.

Pente I (%)	La valeur de C1	Nature du sol	La valeur de C2	Couverture végétale	La valeur de C3
I < 3.5	0.01- 0.05	Imperméable	0.22 - 0.30	Roche	0.22 - 0.30
3.5 < I < 11	0.06 - 0.1	Pas assez perméable	0.10 - 0.20	Prairie	0.17 - 0.25
11 < I < 35	0.12 - 0.20	perméable	0.06 - 0.10	Champs de labour	0.07 - 0.15
I > 35	0.22 - 0.30	Très perméable	0.06 - 0.05	Forêts et sols sableux	0.03 - 0.05

C_1 : Dépend de la pente I du talweg principal considéré être égal au rapport de différentes d'altitude (point haut et le point bas) par la longueur du talweg. La valeur a été calculé par interpolation selon la pente du bassin versant

C_2 : Dépend de la perméabilité du sol obtenue en fonction de sa nature lithologique.

Pour notre projet et selon les essais géotechniques réalisé le long du tracé , Le sol est de nature sableuse - argileuse qui a un caractère pas assez perméable, pour cela on prend C_2 égale à 0.2 (cas le plus défavorable).

C_3 : Est un coefficient dépendant de la couverture végétale du bassin versant. D'après la visite sur la zone d'étude la couverture végétale en générale c'est des champs de labour (terrain agricole). Pour cela on prend C_3 égale 0.15 la valeur la plus grande mesure de sécurité

IX.3.3 Pluies de courtes durées :

La relation Intensité - Durée - Fréquence recherchée est de la forme :

$$I(t, T) = a(T)/t^b$$

I(t, T) : Intensité de pluie en mm/h

T : période de retour

T : temps en heures.

a et b : paramètres de Montana

IX.3.4 Calcul du débit maximal dans les bassins (les débits de crue) :

Pour estimer les débits de crue des différents bassins versant obtenus par délimitation, on utilise plusieurs méthodes qui sont élaborées en fonction de la pluie et des caractéristiques physiques des bassins versants.

Pour évaluer le débit maximal des bassins versants, on a utilisé les formules suivantes :

IX.3.4.a Formule rationnelle :

- Pour les bassins versant de surface inférieure à 10 km^2

$$Q_{max} = \frac{C \cdot I \cdot S}{3{,}6}$$

Q_{max}	débit de crue de période de retour voulue (en m^3/s)
C	coefficient de ruissellement
I [mm/h]	intensité de la pluie (exprimée en mm/h) pour le temps de concentration
S	surface du bassin versant (Km²).

Tableau IX-5: Débits max journaliers en (m3/s) pour les périodes de retour 50 ans et 100 ans BV < à 10 Km².

N° BV	PK	S	C	Tc	I (50 ans)	Q (50 ans)	I(100 ans)	Q(100ans)
1	16+300	1 120 244	0.38	1.077	32.55	**3.83**	36.17	**4.25**
2	16+800	1 045 075	0.37	1.411	27.15	**2.91**	30.17	**3.24**
3	17+325	2 392 427	0.37	1.945	21.90	**5.41**	24.33	**6.01**
4	24+809	6 060 313	0.43	1.481	38.35	**27.69**	43.17	**31.17**
5	25+576	2 954 108	0.43	0.862	54.22	**18.94**	61.04	**21.32**

IX.3.4.b Formule Crupedix (bassins versant supérieur à 50 Km2) :

Cette méthode a été menée à partir de 630 bassins versants pour lesquels on a pu évaluer le débit décennal instantané. Ces différentes valeurs de débits ont été mises en régression avec les principaux facteurs pouvant jouer un rôle. Parmi les plus significatifs, on a retenu la surface du bassin S en km^2 ; la pluie journalière décennale P_{10} en mm/j et un coefficient régional R. Le débit décennal de pointe de crue Q_d en m^3/s est donné par la relation :

$$\mathbf{Q_{10} = S^{0,8}\left[\frac{P}{80}\right]^2 R}$$

- **Évaluation du débit centennal à partir du débit décennal de la formule Crupédix**

On obtient le débit centennal à partir de la corrélation :

$Q_{100} = b' * Q_{10}$

Avec : $1,4 \leq b' \leq 4$

Le paramètre b' est dépendant de la superficie du bassin versant :

- Jusqu'à 20 km^2, b' est déterminé en appliquant la formule rationnelle (calcul de Q_{10} et Q_{100} comme si la formule rationnelle était applicable) ;
- Au-delà de 20 km^2, b' est déterminé à partir des données provenant des cours d'eau ja ugés sur des bassins versants représentatifs à proximité du projet. Tenant compte des d onnées observées dans la région, nous avons pris **b' = 2.**

Le coefficient régional R varie selon la nature du sol.

R = 0,2 pour des terrains perméables

R = 1,5 à 1,8 pour des terrains imperméables

R = 1 pour des terrains intermédiaires.

Tableau IX-6: débits max journaliers en m3/s de périodes de retour 100ans BV > à 50 Km².

BV	PK	S	R	P_{jmax} 10	Q (10ans)	b'	Q (100ans)
6	15+150	98165315	1	72.0	31.77	2	63.55
7	21+712	4 106 504 485	1	110.4	1480.94	2	2961.87
8	26+975	54 381 141	1	110.4	46.57	2	93.14

IX.4 Etude hydrolique :

IX.4.1 Introduction :

IX.4.2 RESULTAT DU DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES HYDRAULIQUES A PROJETER :

Le principe général consiste à vérifier que le débit à évacuer correspondant à une pluie centennale est inférieur au débit maximal supporté par de l'ouvrage choisi, tout au long de l'écoulement. Ce critère permet d'assurer que la voie reste en bon état lors d'un événement pluvieux centennale. D'autre part, le dimensionnement doit assurer que les vitesses soient inférieures à 4 m/s dans les ouvrages bétonnés.

Le débit maximal à pleine section (saturation) d'un ouvrage hydraulique est estimé par la relation de MANNING STRICKLER :

$$Qs = K.S.Rh^{\frac{2}{3}}.I^{\frac{1}{2}}$$

I : Pente de pose de l'ouvrage (m.p.m)
S : Section mouillée (m^2)

Rh : Rayon hydraulique moyen avec : $$Rh = \frac{\text{section mouillée}}{\text{périmétre mouillée}}$$

Tableau IX-7 K : Coefficient de MANNING-STRICKLER

Nature d'ouvrage	En terre	Buse métallique	maçonnerie	Béton (dalot)	Béton (buse préfabriquée)
K	**30**	**40**	**50**	**70**	**80**

IX.4.2.a Hauteur de remplissage :

- Dalot

Hr = 0.80 H…… si H≤2.5 m

Hr = H-0.5 …… si H>2.5

- Buse

Hr = 0.75 Ø…… si Ø ≤1 m

Hr = Ø -0.5…… si Ø >1 m

IX.4.2.b Pré dimensionnement du dalot :

$$\boldsymbol{Q_a = Q_S = k_s \times 0,8H \times B \times (\frac{0.8H \times B}{1.6 \times H + B})^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{I}}$$

Après calcul itérative.On tire H

Application numérique :BV 16+800

Surface :1.045 km^2

Debit: 3.55 m^3/s

Pente I:0.01

$\boldsymbol{k_s} = 70$

La résolution de cette équation se fait par la méthode itérative on propose un dalot caré on fixe B= 1.5 et on tire H

Par itérative on trouve H= 1

$$\mathbf{Q_a = Q_S = k_s \times 0,8 \times 1 \times 1.5 \times (\frac{0.8 \times 1 \times 1.5}{1.6 \times 1 + 1.5})^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{I}}$$

$$\mathbf{Q_S} = 4.46 m^3/s > Q_a \rightarrow \text{verifier}$$

Les dimensions retenues pour les ouvrages sont celles qui répondent aux deux conditions suivantes :

Qapp < Qsat

Qapp : Débit d'apport (m3/s).

Qs : Débit de saturation de l'ouvrage (m3/s)

La vitesse maximale d'écoulement dans l'ouvrage est limitée à 5 m/s selon le référentiel technique SNTF.

- **Vérification de la condition pour assurer un écoulement fluvial :**

$$h_{cr} = \sqrt[3]{\frac{Q_S}{G \times B^2}} = 0.58 < 0.8H = 0.8 \rightarrow \text{verifier}$$

H=1m et B=1.5m

- **Vérification de la condition d'auto curage :**

Condition 1 :

Pour Q $/Q_{PS} = R_q = 0.1 \rightarrow V_{ECOULEMENT} > 0.6m/s$

$R_q = 0.1 \rightarrow R_v = 0.65 = V/Vps$

$V = 0.65 \times 4.46 = 2.97m/s > 0.6m/s \rightarrow$ verifier

Condition 2 :

Pour Q $/Q_{PS} = R_q = 0.01 \rightarrow V_{ECOULEMENT} > 0.3m/s$

$R_q = 0.01 \rightarrow R_v = 0.315 = V/Vps$

$V = 0.315 \times 4.46 = 1.40m/s > 0.3m/s \rightarrow$ verifier

Remarque : tout le dalot est vérifié les condition d'auto curage

Tableau IX-8: Tableau de dimensionnement des ouvrages de drainage par la méthode de Manning –Strickler

N° BV		PK	Q app (m3/s)	Nbrs Cellules	b (m)	ht(m)	hu (m)	Su (m²)	P(m)	R(m)	pente m/m	Q sat (m3/s)	V écoul (m/s)	Obs.
23	37	15+150	63.55	3	3	3	2.4	7.2	7.8	0.92	0.005	101.36	4.69	Dalot existant
24	35.3	16+300	4.56	2	1.5	1	0.8	1.2	3.1	0.39	0.01	8.92	3.72	Dalot projeté
25	32.5	16+800	3.55	1	1.5	1	0.8	1.2	3.1	0.39	0.01	4.46	3.72	Dalot projeté
26	31.2	17+325	6.55	2	1.5	1	0.8	1.2	3.1	0.39	0.01	8.92	3.72	Dalot projeté
27		21+712	2961.87	OA existant										
28	50.5	24+809	29.05	2	4	1.5	1.2	4.8	6.4	0.75	0.005	39.22	4.09	Dalot projeté
29	53.8	25+576	20.02	1	4	1.5	1.2	4.8	6.4	0.75	0.006	21.48	4.48	Dalot projeté
30	62.5	26+975	93.14	OA existant										
-		29+182	-	2	4	3.5	2.8	11.2	9.6	1.17	0.004	109.90	4.91	Dalot existant

IX.5 ASSAINISSEMENT LONGITUDINAL :

Pour la détermination de l'intensité, on a considéré une averse de 15 minutes avec une période de retour de 10 ans. Ainsi, pendant la grande partie de la vie utile du système de drainage, les débits entrants seront très inférieurs à ceux du dimensionnement.

Ce fait est particulièrement important lorsque les ouvrages hydrauliques sont implantés dans des pentes réduites qui favorisent des phénomènes d'ensablement pouvant avoir de graves conséquences sur la sécurité de l'ouvrage, en particulier s'il s'agit des organes principaux du système.

Le système d'assainissement conduit superficiellement l'eau collectée, lorsque cela est Possible ;

Pour des raisons de sécurité et afin d'éviter des phénomènes d'engorgement ou d'obstruction, les organes de drainage qui desservent des zones les plus délicates (zones éventuellement dangereuses en cas de drainage inefficace) sont parfois surdimensionnés ;

On a également adopté, pour la conception générale du système de drainage longitudinal, les principes suivants :

Un fossé à section trapézoïdale sera mis en place dans les zones de déblai, au niveau des accotements de la plate-forme ;

L'écoulement des eaux du drainage longitudinal se fera toujours par gravité, sans avoir recours à des stations de pompage qui impliqueraient des coût d'investissement initial et d'entretien du système plus chers ;

Dans les zones de déblai de grande hauteur. Et pour éviter l'érosion des talus des descente d'eau seront prévus.

IX.5.1 Dimensionnement des fossés :

Pour le dimensionnement des fossés, on utilise la formule de Manning-Strickler :

$$\mathbf{Q=K_s \times A \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}}$$

La surface mouillée : Am= (b+z× h) ×h
Le rayon hydraulique : Rh=Sm/Pm
-Le périmètre mouillé Pm= b+2h$\sqrt{1+z^2}$
-Z la pente des berges= 3/2
I =représente la pente de la ligne rouge sur le profil en long.
Les hypothèses suivantes ont été émises pour le dimensionnement :

Coefficient de rugosité Strickler **K = 70** (correspondant à des fossés en béton)

Pente - La déclivité longitudinale des fossés en zone de déblai est identique au gradient du profil en long de la voie.

Ces fossés sont réalisés à intervalle régulier Pour acheminer l'eau de la plate-forme de la voie ou les eaux de talus dans les caniveaux. Les dimensions retenues en fonction des calculs sont (bxh)

Forme de construction.
Profil trapézoïdal avec une pente du talus (3H/2V) .
Le débit à évacuer qui est la somme des 3 débits La plate-forme, les bermes et les talus :
Qa=Qpf+Qb+Qt.
- Le calcul des débits se fait dans le cas le plus défavorable, où il y a un déblai qui s'étend une grande longueur avec une hauteur importante.
Chaque débit est déterminé en utilisant la méthode rationnelle :

$$Q_a = \frac{C.I.A}{3.6}$$

Avec :
Qapp = Débit d'apport décennal en m3/s
Cr = Coefficient de ruissellement.
I10 = Intensité de pluie décennale (en mm/h)
A = Surface active de la plate-forme de la voie ou talus en km²
Pour la pondération du coefficient de ruissellement de la plate-forme de la voie, les valeurs suivantes sont retenues :
- **C** = 0.90 pour la chaussée,
- **C** = 0.70 pour les talus,

- L'intensité est calculée à partir de la loi de MONTANA**.**

IX.5.1.a Application de notre projet :

Le système de drainage longitudinal a été dimensionné pour une période de retour de 10 ans

a=25

b=0.67

IX.5.1.b Calcul des débits à évacuer dans le cas déblai.

		Cas Deblai
		Le cas plus défavorable : Longueur=2225 H_{MAX}=6.2m Berme = 0.5 m Largeur de la plateforme = 12.6 m
Plateforme	C_r	0.9
	P (m/m)	0.04
	A (km^2)	0.014
	Tc (h)	0.075
	I (mm/h)	141.791
	Qpf (m^3/s)	**0.4962**
Talus	c_r	0.7
	P (m/m)	2/3
	A (km^2)	0.025
	Tc (h)	0.0246
	I (mm/h)	299.2357
	QT(m^3/s)	**1.4546**
Bermes	c_r	0.7
	P (m/m)	0.04
	A (km^2)	0.0011
	Tc (h)	0.021
	I (mm/h)	332.7
	Qb (m^3/s)	**0.0711**
Qa	**Qpf + QT + Qb**	**2.0219**

Tableau IX-9Tableau de dimensionnement des fossés

h	B	z	Sm(m^2)	Pm(m)	Rh	Ks	Qs(m^3/s)
0.6	**0.6**	**3/2**	**0.9**	**2.763**	**0.325**	**70**	**2.982**

Les dimensions retenues pour les fossés sont celles qui répondent à la condition suivante : Qa < Qs

En conclusion, les types des fossés adoptés pour notre projet de forme trapézoïdal (b=0.6 m, h=0.6 m, pente=3/2 H/V).

IX.5.2 Conclusion

L'étude hydraulique est très importante dans un projet ferroviaire car elle permet d'assurer la pérennité de la voie. En ce qui concerne l'assainissement, on a surdimensionné les ouvrages hydrauliques pour assurer un bon service à long terme et faire face à l'insuffisance d'entretiens dans notre pays

Conception et aménagement de la gare

Chapitre X: Conception et aménagement de la gare

X.1 Introduction :

Une gare ferroviaire est une installation où les trains s'arrêtent pour charger et décharger des passagers et des marchandises. Les gares sont souvent situées à des points stratégiques le long des voies ferrées, comme dans les centres-villes, les zones industrielles ou les zones résidentielles densément peuplées.

X.2 Type de gare :

On distingue plusieurs types des gares :

- Gare de voyageur
- Gare de marchandise.
- Gare mixte
- Gare de croisements

X.2.1 Typologies en fonction du terminal voyageurs par rapport au faisceau de quais :

Une première classification se base sur la situation des bâtiments voyageurs par rapport

Aux voies. Cette classification prévoit :

- Gares de tête de ligne ;
- Gares de transit.

Dans notre cas la gare est une gare de transit car le bâtiment voyageur est parallèle au

Faisceau des quais.

X.3 Conception de la ligne :

L'actuelle ligne ferroviaire Mohammadia – Oran est une ligne mixte avec trafic des passagers et trafic marchandises. Cette conception de trafic mixte continuera dans la future ligne ferroviaire dû à la grande activité économique développée

Notre tronçon de 15 km comprend une gare au niveau de Sig de Pk

X.4 - Situation de la gare de Sig :

La gare est située sur la périphérie Nord de la ville de Sig, wilaya de Mascara. L'accessibilité se fait par la RN 4 en provenance du centre-ville de Sig.



Figure X-1plan de situation de la gare Sig

X.5 Les caractéristiques de la gare Sig :

X.5.1 Marge de glissement à l'aval des signaux :

la marge de glissement à l'aval des signaux est une mesure de sécurité importante pour éviter les accidents ferroviaires. Elle permet de s'assurer que les trains peuvent s'arrêter en toute sécurité avant d'atteindre un signal d'arrêt, même s'ils roulent à une vitesse élevée.

Les longueurs de la marge de glissement sont définies selon la norme UIC 739 comme suit :

- $50 \leq LG \leq 200$, selon la vitesse de la ligne, on l'utilise comme marge à l'aval des signaux

de protection, des signaux d'entrée, des signaux intermédiaires ou de sortie.

- LG = 200m pour V ≥ 60 km/h.
- LG = 100m pour 40km/h ≤ V ≤ 60 km/h. LG = 50 m pour V < 40 km/h.

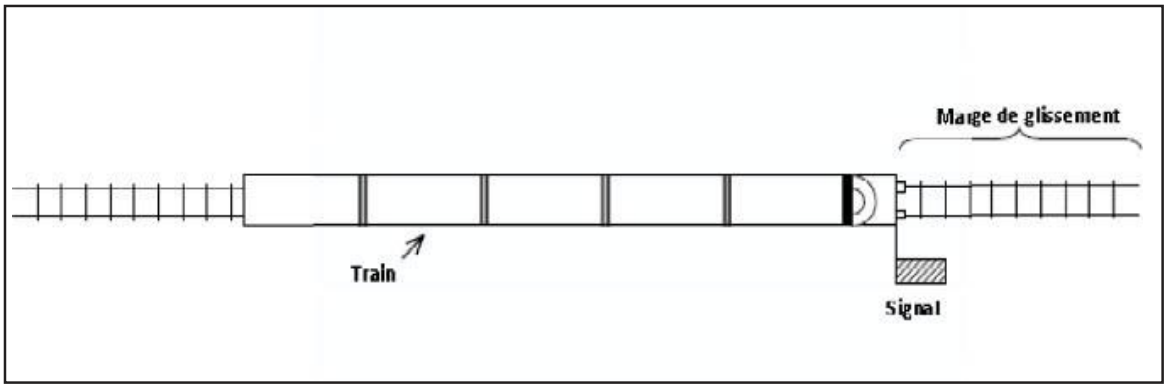


Figure X-2 Schématisation de la marge de glissement

X.5.2 Garage de franc :

De part et d'autre de la voie de stationnement, il marque la partie de voie à occuper par les véhicules garés. Le garage franc est implanté par rapport au cœur de l'appareil de voie à une distance GF qui positionne l'élément.

$$GF = 3.57 \times N + 1 \text{ avec } N = \tan(\alpha).$$

N : varie selon l'ouverture de l'appareil de voie

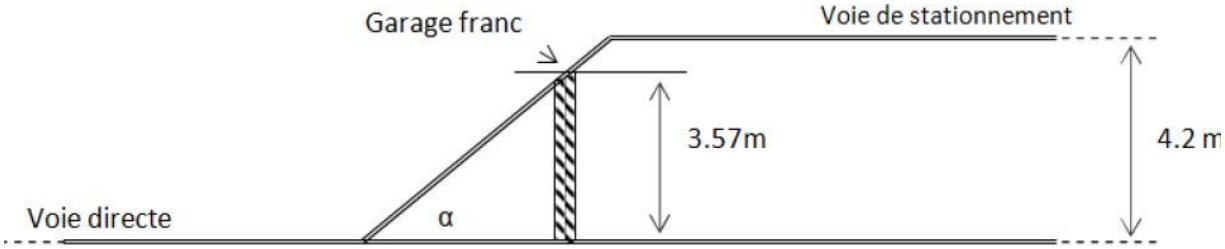


Figure X-3 Schéma illustratif de garage franc

X.5.3 La longueur utile de voie de stationnement :

C'est la longueur nécessaire est suffisante qui permet au train de stationner sur la voie de dépassement sans gêner la circulation sur la voie principale ou les autres voies de dépassement voisines .

La longueur utile est la distance séparant deux garages francs.

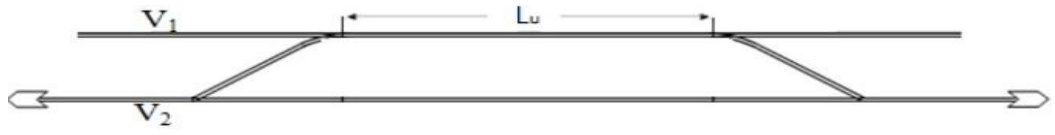


Figure X-4 longueur utile

Les valeurs de la longueur utile sont représentées dans la norme SNTF (aménagement et gare et tracé des voies).tel que :

-La longueur utile minimale pour les trains voyageurs est : 426 m.

-La longueur utile minimale pour les trains de marchandise est : 870 m pour la voie principale.

X.5.4 Heurtoir :

Un heurtoir est un dispositif situé à l'extrémité d'une voie ferrée, dans une gare par exemple, qui sert à arrêter les trains en toute sécurité.

X.5.5 Quais :

La longueur de quai (normes SNTF) :

- Grande ligne 450 m.
- Service régional 350 m.
- La largeur des quais :

La SNTF recommande pour une telle gar.e

- Quai intermédiaire B > 8 m.
- Quai extérieur B ≥ 6m.

Hauteur de quai : dépend du type du matériel roulant qui est susceptible de s'arrêter dans ce quai.

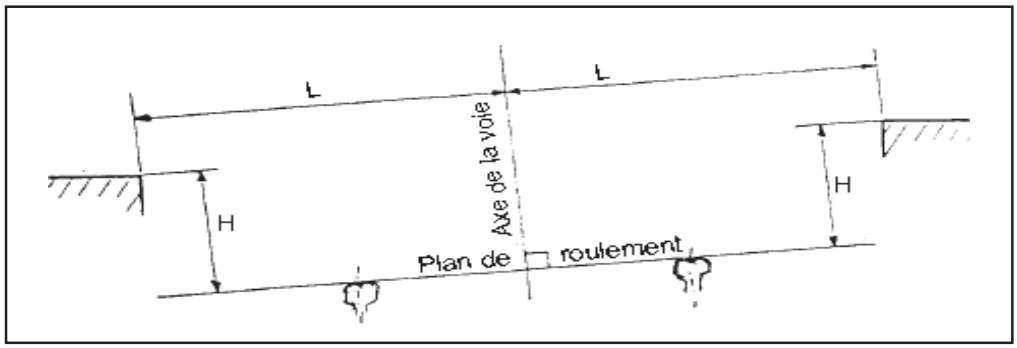


Figure X-5 la hauteur du quai et la distance entre le bout du quai et l'axe de la voie(source UIC741 OR)

- H = Hauteur au-dessus du plan de roulement, perpendiculaire au plan de roulement.

- L = Distance par rapport à l'axe de la voie, parallèle au plan de roulement.

3. La distance à l'axe de la voie : (Selon la norme UIC 741).

Pour les bordures de quai implantées à la hauteur nominale de 550 mm, la distance nominale à l'axe de la voie est fixée à : L (mm)=1650+S.

La valeur de S est donnée par la formule : $S = \frac{3750}{R} + \frac{I-1435}{2}$

R : le rayon de la voie (m).

-I : l'écartement de la voie (mm).

L'entre axe des quais :

- e normal > 11.3 m.
- e minimal > 9.3 m.

X.5.6 Les appareils de voie :

Un appareil de voie est un dispositif permettant aux cerculations ferroviaires de changer de voie

Le plan d'aménagement projeté de la gare de Sig consiste à remplacer tous les appareils à 03 talents et TJD existants par des branchements simples

Le brachement est le changement d'intinéraire le plus simple . ils peuvent etre a deux ou trois voies
Le branchement simple se compose de troie parties générale :

- ✓ L'aiguillage
- ✓ Les voies intermédiare
- ✓ Le croisement

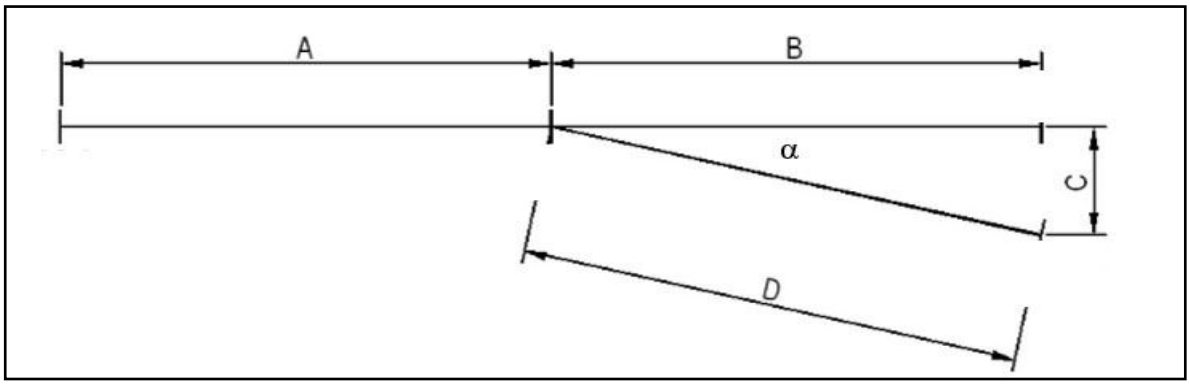


Figure X-6 Schéma de l'appareil de voie

Tableau X-1 Les appareilles des voies

Type	A	B	C	D	V (km/h)	tan α
UIC60-500-1/12	20.797	20.797	1.729	20.797	65	0.0833
UIC60-190-1/7	13.503	13.503	1.909	13.503	40	0.1428

X.5.7 Application Au Projet :

la gare est d'un linaire d'environ 1450m du premier appareil de voie à l'entrée PK20+400 jusqu'au dernier appareil de voie à la sortie PK21+900 à la sortie de la gare vers Oran.

✓ **Caractéristiques de la gares sig :**

La gare sig est conçue pour un trafic mixte voyageur et marchandise.

- La gare sig contient 8 lignes
  - Entre les deux quais passent les deux voies principales Alger Oran.
  - Le faisceau de remisage de la gare est formé de quatre voies V4 , V6 , V8 , V10 de longueur utile moyenne de 200m.
  - 2 voie V13 V14 de pesage et chargement déchargement.

X.5.7.a Justification de la gare proposée :

La ligne ferroviaire MOHAMEDIA_ORAN conçu pour un trafic mixte avec une vitesse max de 160km/h

Dans mon projet, j'opterai une conception de gare uniquement pour voyageur afin d'éviter la détérioration des équipements et les constructions destinées pour les marchandises

La gare SIG proposé par moi-même est une gare voyageurs composée de quatre voies. Pour V1 et V2 est une voie principale , Le faisceau de remisage de la gare est formé de 2 voies V4 et V6

Les raisons principales qui :

- L'approximité des gares de la lignes ferroviaires mohamedia-oran ainsi que leurs grandes capacités.(Mohammadia / Oued tlilat / Oran)

X.5.7.b Quais voyageurs :

- **Quai A** : a une longueur de290 m et une largeur de 6 mètres,
- **Quai B** : a une longueur de 237 m et une largeur de 8 mètres.
- **La distance à l'axe de la voie :** L (mm)=1650+ (3750/∞) + ((1435-1435) /2) =1650mm.
- **Entre–axe des quais :** Pour notre projet entraxe entre les deux quais A et B est eAB = 14.3 m.
- **Hauteur des quais :** quai mi-haut H= 55 cm.
- **Entraxe entre les voies :**

Entraxe entre les voies

- V1 et V2 est de 4.00 m
- V4 et V6 est de 4.5 m
- **La longueur utile :**
- Voie V1 est de Lu = 1212m (voie principale)
- Voie V2 Lu = 972 m (voie principale)
- Voie V4 Lu = 334 m
- Voie V6 Lu = 260 m

- **Vitesses des lignes :**

linge principale V1 et V2 permet la vitesse maximale de 160 km/h (Trains de voyageurs).
V4 et V6 sont conditionnés par une vitesse maximale à pratiquer de 65 km/h puisqu'elles détournés par des appareils de changement de voie.

- **Appareils de la voie :**

les appareils de voie de la Gare sont du type UIC 60 E1-500-1/12 ; UIC 60 E1-190-1/7

- **Longueur de garage de franc** :

Pour UIC 60 E1-500-1/12 : GF = 3.57*12 + 1 = 43.84 m.
Pour UIC 60 E1-190-1/7 ; GF = 3.57*7 + 1 = 25.99 m .

- **Longueurs de la marge de glissement :**

Comme V ≥ 60 km/h alors LG = 200m.

X.6 Drainage de la gare (SIG) :

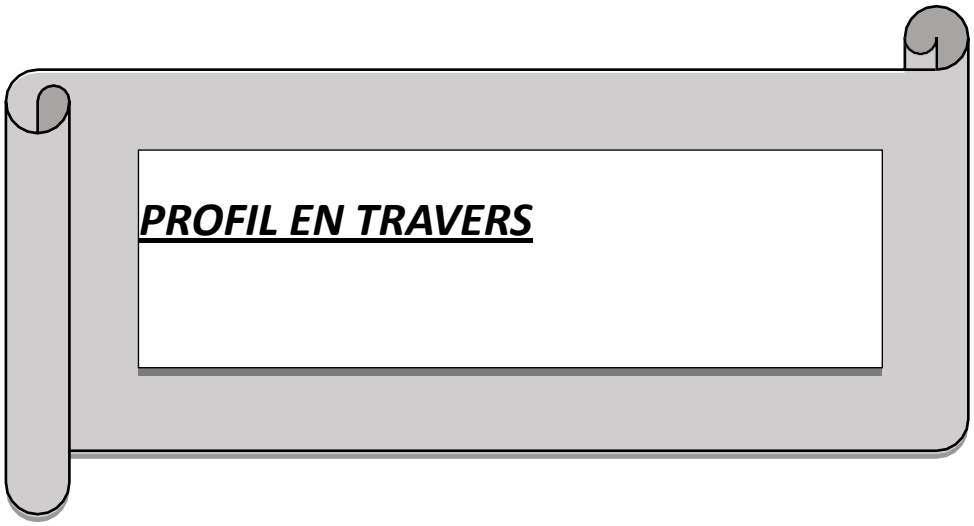
Le drainage des eaux au niveau des gares est conçu de façon adéquate pour drainer rapidement les eaux de ruissellement et les eaux infiltrées, afin d'améliorer la capacité de la plate-forme.

Les couches de sous-ballast ainsi que la couche de forme sont réalisées de manière à être dotées d'une pente transversale aux voies de 4 % orientée dans la direction du drain ou caniveau projeté.

Des regards de visite sont placés tous les 50 m, permettant l'intervention et le nettoyage.
Les schémas du drainage de la gare de SIG sont représentés sur les plans de drainage de la gare.

X.7 Conclusion :

La conception de la gare de **SIG** est conforme aux normes en vigueur pour répondre aux exigences de sécurité et de confort, afin d'absorber la demande sur ce mode de transport qui ne cesse d'augmenter au cours du temps


PROFIL EN TRAVERS

Chapitre XI: Profile en travers

XI.1 Introduction :

Le profil en travers type est le second point essentiel de notre projet qui consiste à modifier le tracé, mais aussi au renforcement de la plateforme existante, donc avant de décrire la plateforme à projeter, nous vous donnerons une brève description de la situation actuelle de la plateforme.

XI.2 Profile en travers :

C'est la coupe transversale de la voie et de ses dépendances. Le choix des éléments de la superstructure et l'infrastructure, les valeurs des pentes et le mode d'assainissement apparaissent dans ce dernier. Il permet fondamentalement de calculer les cubatures, c'est-à-dire volume remblai et déblai. Le profil en travers peut être homogène (complétement remblai ou déblai) ou mixte

XI.2.1 Profile en travers type de mon projet :

Nous vous donnerons une brève description de la situation actuelle de la plateforme :
La majorité des plateformes existantes en Algérie sont construites durant l'ère coloniale depuis plus d'un siècle. Donc en plus de leurs vétustés, ces plateformes étaient réalisées avec le bon sol qu'ont trouvé sur place ou dans les environs à l'époque. Les sous couches qu'on utilise actuellement n'existaient pas encore, ce qui a permis le contact direct du ballast avec ces plateformes moins rigides. Le poinçonnement du ballast et la cumulation des eaux pluviales qui désaltèrent le sol support transforme la couche du ballast et le sol existant en une couche compacte mélangée de boue et de ballast détérioré, ou le ballast perd ses caractéristiques d'amortissement et de perméabilité et le sol en place perd sa caractéristique de sol support.

Les solutions que pratiquent les chemins de fer pour remédier à ce problème sont provisoires :

Il s'agit pose d'une nouvelle couche de ballast sans toucher au problème de fond qui est le renforcement de la plateforme existante par les sous couches comme le sous ballast, la couche de fondation et la couche anti contaminant.
Donc pour la nouvelle plateforme qu'on a prévue pour le renforcement de ce tracé existant, elle sera dimensionnée comme suit ; sa largeur sera de 13,40m avec des fossés aux extrémités dans les cas de déblai.

La largeur standard des plateformes pour lignes nouvelles est de 13,60m, mais ce n'est pas le cas de notre projet qui consiste à renforcer la plateforme existante. Pour cela on a pris une largeur de 13,40m mais qui peut contenir toutes les infrastructures prévues.

De haut en bas, cette plateforme sera constituée d'une couche de sous ballast de 30cm d'épaisseur, d'une couche de fondation de 20cm d'épaisseur, d'une couche de forme d'épaisseur variable et d'un filtre géotextile. Ces couches auront une pente transversale de 4% pour permettre l'évacuation des eaux pluviales cumulées sur la plateforme.

L'épaisseur de chaque couche de la plateforme est définie selon le rapport de géotechnique et basé sur la norme UIC 719 R, Ouvrages en terre et couches d'assise ferroviaires.

Sur cette plateforme de 13,40 sera posée une couche de ballast de 30cm d'épaisseur ou viendra s'ancrer les deux traverses bibloc du type VAX U31 (celle de la voie1 et l'autre de la voie2).

Profil en travers

A l'aide des attaches élastiques, on fixera sur chaque traverse deux files de rail UIC 60 E1 qui auront le contact direct avec les roues des trains.

Sur la plateforme, une bande latérale est prévue pour l'installation des poteaux d'une caténaire et parallèlement une conduite de câble pour la télécommunication.

Les fossés prévus de part et d'autre de la plateforme auront le rôle de captage des eaux de ruissèlement et leur drainage vers les points de rejet.

Le long du tronçon Mohammadia-Oued Tlelat, le tracé passe sur des ouvrages hydrauliques existants, certains d'entre eux selon notre expert peuvent être renforcé et maintenus tant que la vitesse d'exploitation de la voie n'a augmenté que de 40km/h, elle est passée de 120km/h à 160km/h, et certain d'autre vont être démolis et remplacés par des nouveau ouvrages hydrauliques.

L'autre point critique de ces ouvrages hydraulique est leur gabarit horizontal conçu pour un entraxe des voies de 3,62m et qui devra passer à 4m, soit 38cm de plus, mais le renforcement déjà prévu tiendra compte de cette variation d'entraxe.

Comme cette ligne existe depuis longtemps, ses limites d'emprises sont déjà fixées. Mais pour protéger la voie, une clôture devra être réalisée de part et d'autre à l'extérieur des fossés

TERASSMENTS ET OUVRAGES

Chapitre XII: Terrassements et ouvrages

XII.1 Les terrassements :

Le terrassement est l'ensemble des opérations qui consistent à modifier le relief naturel d'un terrain en vue de la construction d'un ouvrage. Cela peut inclure l'excavation, le nivellement, la création de fondations, la construction de murs de soutènement, la mise en place de réseaux d'assainissement et de drainage, ainsi que d'autres travaux de préparation du terrain. Le terrassement est une étape importante dans la construction de bâtiments, de routes, des chemin de fer et d'autres ouvrages de génie civil. Cela permet de créer une surface de travail stable et sécurisée pour les travailleurs, ainsi que d'assurer la durabilité et la stabilité de la construction.

- **déblai** : Le déblai est l'opération qui consiste à enlever de la terre ou des matériaux d'un terrain pour le mettre à niveau
- **remblai** : remblai est l'opération inverse, qui consiste à ajouter de la terre ou d'autres matériaux à un terrain pour le surélever.
- **un talus de construction** : Les talus de construction font référence à la pente créée lorsqu'un terrain est remblayé ou déblayé dans le cadre de travaux de terrassement pour la construction d'un ouvrage. Les talus sont essentiels pour assurer la stabilité de la construction et éviter tout risque de glissement de terrain ou d'éboulement.

XII.1.1 Pente de talus :

Les pentes de talus principalement utilisées selon le référentiel technique de SNTF chapitre

07.2.2 « OUVRAGES EN TERRE », et exprimées en fraction base (V) sur hauteur (H), sont :

-**En déblai** :. 1/2, 2/3, 1/1, **3/2**, 2/1, 2,5/1, 3/1

-**En remblai** : **3/2**, 2/1.

Elles doivent être déterminées de façon à assurer la stabilité générale de l'ouvrage, en fonction

-Caractéristiques géotechniques des terrains recoupés en déblais, ou du sol support et des matériaux mis en œuvre pour les remblais.

-La hauteur de l'ouvrage.

-La topographie de site et des risques naturelles.

XII.1.2 Les dispositifs de sécurité

Certaines mesures sont à prendre pour favoriser la stabilité et la pérennité des remblais :

- Avant la construction des remblais, il faudra retirer la couche de terre végétale, de sol meubles ou le matériel originaire des anciens remblais, effectuer un scarifiage et compactage du terrain de siège du remblai, pour réduire de possibles effondrements.
- Pour éviter l'érosion des talus, il faudra disposer des fossés de crête de talus, et des descentes en béton. Ainsi que le traitement de la surface avec des plantations.
- Les remblais qui se trouvent à proximité de cours d'eau, ou pouvant être affectés par unenappe d'eau en cas de crue, devront être protégés face au creusement au moyen de la mise en place de manteau d'enrochement.

Remarque :

- En prend une pente moyenne de talus de 3H/2V vue qu'il n'y a pas des talus à grand hauteur
- La classification des matériaux des déblais son relativement réutilisables en remblais et en couche de forme avec un traitement selon la situation météorologique avec nécessité d'utiliser les matériaux des gites d'emprunt

XII.2 Les cubatures

Les cubatures de terrassement présente l'évolution des quantités de terre (volume) à déblayer et celle à remblayer, dans le but d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous adjacente à la ligne projet.

• Les cubatures des terrassements sont calculées après définition du terrain naturel, et du projet par : un tracé en plan et un profil en long

Tableau XII-1 les cubatures

Cubatures	Volumes (M^3)
Decapages	**186684.6**
Remblai	**15052.1**
Deblai	**296375.2**
Couche de balasst	**30814.3**
Couche de sous ballast	**39748.2**
Couche de fondation	**41541.5**
Couche de forme	**77012.8**

XII.3 Ouvrage :

Pour concevoir un meilleur tracé qui répond aux exigences techniques et économiques tout en assurant la perméabilité transversale de la ligne ferroviaire a projeté et le franchissement des différentes infrastructures existantes et aussi les cours d'eau, on doit doter cette nouvelle ligne des ouvrages suivants :

- Ponts Rail.

- Ponts routiers.

- Passages inferieures (Ponts cadre).

- Les ouvrages hydrauliques (buses, Dalots).

- Les structures de protections.

XII.3.1 Influence sue le choix du type de l'ouvrage :

Le choix du type d'ouvrage d'art est influencé par de nombreux facteurs, notamment les caractéristiques du site, les exigences de la charge, les contraintes économiques et les considérations esthétiques. Voici quelques-uns des facteurs les plus importants qui peuvent influencer le choix du type d'ouvrage d'art :

Données naturelles :
Ecoulement des eaux nature du sol, etc….
- Exigences techniques :
Elles sont portées, programme de charge gabarit, etc….
Toutefois, les contraintes dimensionnelles et fonctionnelles sont :
- l'obstacle franchi.
- Gabarit.
- Tirait d'eau.
- Adaptation architecturale à la région.
- protection des structures existante.

XII.3.2 Rétablissements routiers :

Le long de notre projet entre Mohammadia et Oued Tlelat et qui consiste à modifier le tracé pour permettre une vitesse de 160km/h, on rencontre plusieurs ouvrages (rétablissements routiers).
Il y a ceux récemment réalisés et ceux qui existent depuis plusieurs années.
Concernant les passages à niveau existants à supprimer Ils seront remplacés par des rétablissements routiers.
Les problèmes qui peuvent être rencontrés avec les ouvrages existants (passages supérieurs) lors de la projection de notre tracé sont comme suit :

- Leurs positions conditionnent le tracé projeté en plan et en long. Mais dans le cas où ce conditionnement n'est pas possible ou qu'il influe négativement sur le nouveau projet, l'ouvrage doit être démolit et reconstruit dans l'endroit le plus convenable.
- Leurs gabarits horizontal ou vertical ne répondent pas aux nouvelles normes des trains rapides ou le gabarit horizontal est plus important et le gabarit vertical électrifié. Ce problème de gabarit est souvent rencontré dans les anciens ouvrages.

Retablissement routier	Localisation	Ouvrage d'art
Retablisement piste	15+700	Passage supérieure
Retablisement piste	17+875	Passage supérieure
Penetrante mascara	18+050	Passage supérieure
Retablisement piste	19+050	Passage supérieure
Retablisement piste	20+025	Passage supérieure
Retablisement piste	21+410	Passage supérieure
Ouvrage existant	21+700	Ouvrage ferrovier
RN 97	22+025	Passage supérieure
Ouvrage existant	27+050	Passage supérieure
RN 04	27+600	Passage supérieure

Tableau XII-2 Liste des ouvrages d'art pour mon projet

Passage à niveau :

Le passage à niveau de la voie ferrée est une intersection entre une route ou une voie publique et une voie ferrée. Il permet aux véhicules et aux piétons de traverser la voie ferrée à niveau.

Dans le tableau suivant on liste les pistes à supprimer dans ce tronçon :

PK	PK	PK
15+700	17+875	19+150
20+025	21+410	22+025

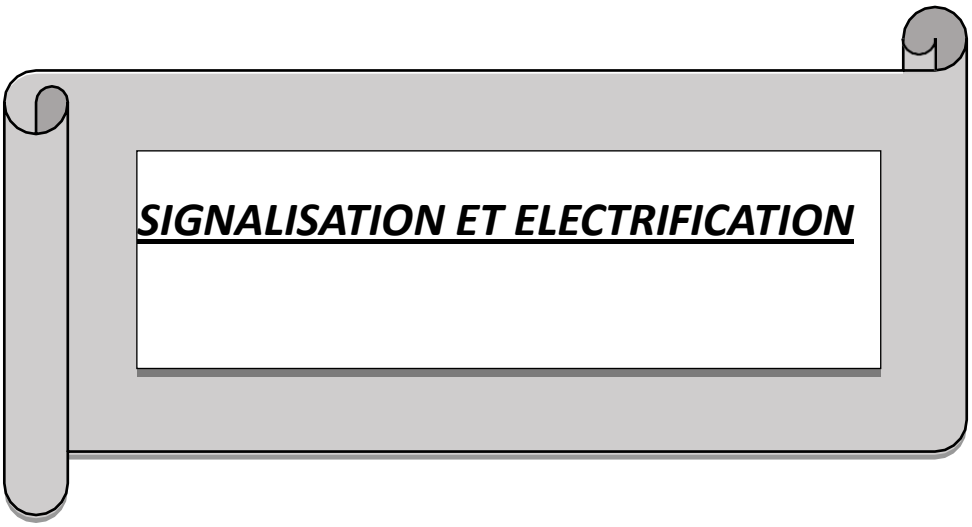
Ouvrage hydrolique :

Pour traverser des cours d'eau on envisage la construction de trois ouvrages (Pont hydraulique, buse, Dalot) suivant l'importance du cours d'eau franchi.

Entre le 15+00 et PK 30+00a été nécessaire de considérer 9 ouvrages hydrauliques,tel que détaillé dans l'étude hydraulique

XII.3.3 Conclusion :

On peut conclure que dans notre projet les ouvrages d'art plus utilisé sont des ouvrages d'arts de type simple ouvrages ferroviaire ou passage supérieur (ouvrages routier). Les oueds ont été modifiés par dalots


SIGNALISATION ET ELECTRIFICATION

Chapitre XIII: Signalisation et électrification

XIII.1 Introduction :

La signalisation ferroviaire regroupe l'ensemble des signaux conventionnels et des équipements techniques du réseau ferré conçus pour assurer la sécurité des usagers du rail et d'en diminuer les conséquences. Elle est gérée depuis différents postes d'aiguillage répartis sur l'ensemble du réseau ferré.

XIII.2 Concepts communs de sécurité ferroviaire :

La circulation ferroviaire comporte des risques pour l'environnement (transport de marchandises dangereuses), les tiers (traversées d'agglomérations, passages à niveau, etc.), les voyageurs dans les gares et à bord des trains et le personnel.

XIII.3 Les principaux risques ferroviaires :

1- collision nez à nez : Ce risque est pris en charge par les enclenchements.

-2 collision par rattrapage : Ce risque est pris en charge par les cantonnements.

3La prise en écharpe : Ce risque est pris en charge par les enclenchements internes au poste d'aiguillage (enclenchement d'itinéraires, enclenchement de transit…

-4 la collision avec un obstacle :Ce risque est pris en charge par des dispositifs d'annonce des trains

- 5 le déraillement : Ce risque est pris en charge par la limitation de vitesse, par des systèmes de surveillance des chargements et de la température des boîtes d'essieux

XIII.4 Application sur notre projet

La ligne ferroviaire MOHAMEDIA - ORAN à vitesse V=160 km/h
pour désaturer le réseau existant et faire circuler plus passagers ou augmenter les capacités de circulation extrêmement sûr et précis on a choisi de combiner entre la signalisation latérale établi par le système BAL et la signalisation en cabine établi par le système ERTMS.
Grace à la compatibilité de deux système les informations d'accélération et de ralentissement, d'arrêté sont transmises de façon continue et directement au conducteur de train qui peut ajuster sa conduite à tout moment donc on peut rouler plus vite et plus rapprochée donc faire passer plus de trains par heure et même faire repartir de façon plus fluide le trafic.

XIII.4.1 Bloc automatique lumineux (BAL) :

Le BAL est le système le plus couramment utilisé. Il utilise des signaux lumineux pour indiquer au conducteur du train si la voie est libre ou occupée. Les signaux peuvent être placés le long de la voie ou à distance par le biais d'un système de transmission radio.

Les lignes à voie multiple sont habituellement divisées en plusieurs secteur que l'on appelle des cantons, ce qui permet d'envoyer plusieurs trains sur le même block. Chaque canton est précédé d'un signal de cantonnement, entièrement automatique, commandant l'entrée sur le canton suivant et assurer l'espacement des trains circulant dans le même sens sur une même voie.

XIII.4.2 Système de contrôle et de protection ERTMS

Européen **R**ailways **T**raffic **M**anagement **S**ystem signifie en Français système européen de la gestion de la circulation ferroviaire. C'est un système de contrôle et de commande Assurant un trafic ferroviaire standardisé et interopérable.

XIII.4.2.a Les fonctions d'ERTMS :

ERTMS assure les fonctions suivantes :

• Contrôler l'aspect de la signalisation latérale par la balise standard qui communique avec un autre système à bord de train.

• Donner l'autorité de déplacement jusqu'au prochain système de signalisation latérale en basant sur le principe de blocage fixé.

• Transformer les informations de signalisation latérale à travers l'Unité de contrôle latéral (LEU) afin de transmettre par la balise jusqu'au train.

• Permet au train de transmettre via une antenne sa position et sa vitesse de façon continue à n'importe quel moment.

- • Protection des trains : Communication discontinue voie-train via les balises.



Figure XIII-1 le système de contrôle des trains ERTMS

XIII.5 Electrification :

XIII.5.1 Introduction :

Un système d'électrification ferroviaire est l'ensemble des moyens mis en œuvre pour alimenter en énergie électriques les trains. Il existe plusieurs systèmes d'électrification ferroviaire qui peuvent être classés selon différents critères :

Type d'alimentation :

- Sous station,
- Caténaire
- SCADA.

Type de courant :

- Courant continu 1.5/3 KV CC
- Courant alternatif triphasé 50Hz
- Courant alternatif triphasé kV 16 2/3 Hz
- Courant alternatif 25 kV / 50 Hz

XIII.5.2 Catenaire :

Une caténaire est un ensemble de câbles porteurs et de fils conducteurs destinés à l'alimentation des moyens de transports électriques à captage du courant par dispositif aérien. Les câbles porteurs sont en bronze ou en aluminium-acier, quant aux fils conducteurs, ils sonten cuivre pur à 98 %, ou en cuivre allié à l'étain ou au magnésium

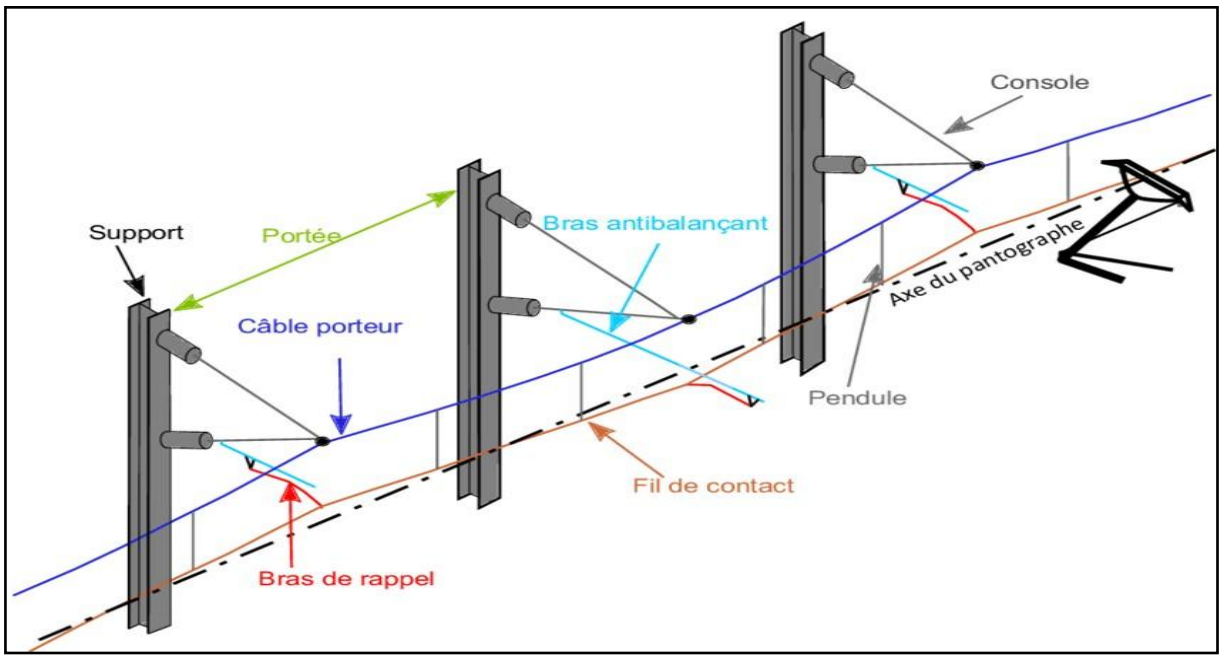


Figure XIII-2 Schéma d'une caténaire

XIII.5.3 Gabarit de la catenaire :

La hauteur de la caténaire, mesurée entre le plan supérieur des rails et le fil de contact est variable et dépend de la présence d'obstacles (ponts, tunnels) ou de points singuliers comme les passages à niveaux. Elle est normalement de 5,75 m, peut descendre à 4,64 m sous tunnel et monter à 6,20 m aux passages à niveaux (pour permettre le passage des véhicules routiers àgrand gabarit). Dans le cas des passages sous obstacle, la hauteur du fil de contact s'abaisse progressivement pour dégager le gabarit électrique de l'ouvrage (de même pour le franchissement des passages à niveaux avec une élévation de cette hauteur).

XIII.5.4 Les avantages d'électrification ferroviaire :

L'électrification ferroviaire présente de nombreux avantages par rapport aux systèmes de transport ferroviaire utilisant des locomotives diesel ou à vapeur Voici quelques-uns des avantages clés de l'électrification ferroviaire :

- Réduction des émissions de gaz à effet de serre : L'un des principaux avantages de l'électrification ferroviaire est la réduction significative des émissions de gaz à effet de serre. Les trains électriques n'émettent pas de polluants atmosphériques locaux tels que les oxydes d'azote (NOx) et les particules fines, ce qui contribue à améliorer la qualité de l'air et à lutter contre le changement climatique.
- Efficacité énergétique : Les trains électriques sont généralement plus efficaces sur le plan énergétique que les locomotives diesel ou à vapeur. Les systèmes d'alimentation électrique ferroviaire peuvent être conçus pour optimiser l'efficacité énergétique

globale, ce qui permet de réduire la consommation d'énergie et les coûts opérationnels associés.

- Performance accrue : Les trains électriques offrent généralement de meilleures performances que les trains à moteur diesel. Ils peuvent atteindre des vitesses plus élevées, accélérer plus rapidement et offrir une meilleure traction, ce qui réduit les temps de trajet et améliore la fiabilité du service.
- Coûts à long terme réduits : Bien que l'installation initiale de l'infrastructure électrique puisse être coûteuse, l'électrification ferroviaire peut entraîner des économies à long terme. Les coûts d'exploitation et d'entretien des trains électriques sont souvent inférieurs à ceux des trains diesel, notamment en raison des coûts du carburant
- Flexibilité : L'électrification ferroviaire offre une plus grande flexibilité en termes de sources d'énergie. L'électricité utilisée pour alimenter les trains peut provenir de diverses sources, y compris les énergies renouvelables telles que l'énergie éolienne, solaire ou hydraulique. Cela permet de réduire la dépendance aux combustibles fossiles et de favoriser une transition vers des formes d'énergie plus durables

XIII.6 Aplication au projet :

Le système d'électrification adopté pour la ligne MOHAMADIA /ORAN c'est le système à courant alternatif 25kV/50Hz avec mode d'alimentation caténaire

Dans le système 1X25Kv, l'alimentation est faite par l'intermédiaire de transformateurs monophasés (ou plusieurs), le courant industrielle HT (Haute Tension) est reçu coté primaire,donnant coté secondaire une tension de 25 KV-50Hz.

L'énergie est donc transportée par les caténaires jusqu'à son point d'utilisation pour être captée par le pantographe ensuite transformée sur la machine pour alimenter les moteurs detraction.

Il rejoint les rails par l'intermédiaire des essieux et des roues et retourne à la sous-station, à lafois par le sol et par les rails qui eux même est reliés à la sous station par des câbles constituant l'arrière de retour.

ETUDE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNMENT

Chapitre XIV: Etude l'impact sur l'environnement

XIV.1 Introduction :

L'impact sur environnement est l'ensemble des changements qualitatifs, quantitatifs et fonctionnels de l'environnement (négatifs ou positifs) engendrés par un projet.

Une étude d'impact sur l'environnement a été faite pour essaies d'intégrer mon projet dans le paysage initial sans nuire à l'environnement

XIV.2 Objectif d'étude l'impact sur l'environnement :

Les objectifs du présent Étude d'impact sur l'environnement sont les suivants :

- Assurer l'intégration des contraintes et opportunités inhérentes au milieu dans ladémarche de conception de la nouvelle voie ferrée.
- Identifier et évaluer l'importance des impacts appréhendés du projet sur le milieuphysique, biologique et humain, ainsi que sur le climat sonore et le paysage.
- Proposer des mesures visant à atténuer les impacts identifiés afin d'optimiserl'intégration du projet dans le milieu récepteur.

XIV.3 Délimitation de la zone étude :

XIV.3.1 Aperçu générale :

un aperçu général des wilayas d'Oran et de Mascara en Algérie :

✓ **Wilaya d'Oran :**

Localisation : La wilaya d'Oran est située dans la région ouest de l'Algérie, sur la côte méditerranéenne.

Superficie : Elle couvre une superficie d'environ 2 108 km².

Population : Selon les estimations de 2020, la population de la wilaya d'Oran est d'environ 1,6 million d'habitants.

Chef-lieu : La ville d'Oran est le chef-lieu de la wilaya et l'une des principales villes du pays.

✓ **Wilaya de Mascara :**

Localisation : La wilaya de Mascara est située dans la région ouest de l'Algérie, à l'intérieur des terres.

Superficie : Elle s'étend sur une superficie d'environ 5 941 km².

Population : Selon les estimations de 2020, la population de la wilaya de Mascara est d'environ 1,2 million d'habitants.

Chef-lieu : La ville de Mascara est le chef-lieu de la wilaya.

XIV.4 Description de l'état initiale de la zone étude :

XIV.4.1 Milieux naturels :

Les éléments décrits ci-après sont regroupés en deux sections traitant respectivement des composantes physiques et biologiques du milieu récepteur

XIV.4.1.a Environnement physique :

Dans cette section, on décrit les caractéristiques principales de la zone d'étude.

- ✓ **Le relief :**

le relief de la région d'Oran est principalement caractérisé par des plaines côtières, des collines et des montagnes à l'est, tandis que Mascara est située dans une région de collines et de plateaux, entourée de champs fertiles

- ✓ **Hydrologie :**
- ✓ **Été** : Les étés sont chauds avec des températures moyennes diurnes dépassant souvent les 30 degrés Celsius
- ✓ **Hiver :** Les hivers sont doux , avec des températures diurnes avoisinant les 15 degrés Celsius
- ✓ **Précipitations** : La pluviométrie est modérée, avec une saison des pluies principalement concentrée entre octobre et avril

XIV.4.1.b Environnement biologique :

- ✓ **Espèces faunistiques :**

La zone étude est une région abrite une grande diversité d'espèces faunistiques. Voici quelques exemples d'espèces animales que l'on peut trouver dans la région : Oiseaux Mammifères Reptiles…

- ✓ **Espèces floristiques :**

La région l'Oranie , possède une grande diversité d'espèces floristiques ,comme l'oliver ,le figuier ,le grenadier ……

XIV.4.2 Milieu humain :

XIV.4.2.a Population :

- ✓ **Wilaya de oran :**

  Population :1 .486 million hab

  Superficie :2121 km^2
- ✓ **Wilaya de mascara :**

  Population :108587 hab

  Superficie :77 km^2

XIV.4.2.b Agriculture :

La région de l'Oranie en Algérie est connue pour son importance dans le secteur agricole. Voici quelques aspects de l'agriculture dans la région de l'Oranie

Céréales Fruits et légumes Viticulture arboriculture

XIV.4.2.c Profil socio-économique :

La région d'Oranie est composée de plusieurs wilayas (provinces) dont les principales sont Oran, Mostaganem, Tlemcen, Sidi Bel Abbés et Mascara. Sur le plan économique, la région d'Oranie joue un rôle important dans l'économie nationale de l'Algérie. Les caractéristiques de son profil socio-économique sont : Agriculture , Industrie, Pétrole et gaz ,Tourisme, Infrastructures et Emploi

Il convient de noter que ces caractéristiques peuvent évoluer avec le temps en fonction des politiques économiques, des investissements et des fluctuations du marché.

XIV.5 Identification et description des impact :

XIV.5.1 Les impacts positifs du projet :

Le projet de réhabilitation et de modernisation des installations ferroviaires Mohammadia / Oran les effets à moyen terme se concrétiseront, notamment dans l'émergence de nouvelles activités, le projet tendra d'atteindre les objectifs suivants :

- ✓ Réduire les gênes sonores par la modernisation de mode de transport ;
- ✓ Optimiser l'utilisation du transport ferroviaire et contribuer à réduire le trafic routier
- ✓ Le développement et la croissance économiques des régions traversées par le projet
- ✓ Une contribution au développement touristique de la wilaya

XIV.5.2 Les impacts négative du projet :

XIV.5.2.a Effets sur les ressources naturelles et sur les écosystèmes :

Les ressources naturelles concernées par les effets du tracé sont :

- L'air.
- L'eau.
- La faune et la flore

✓ L'air :

La pollution résultant du fonctionnement des moteurs à combustion interne diesel est caractérisée par des émissions de polluant gazeux et l'évaporation d'hydrocarbures.

✓ L'eau :

Les engins utilisés sur les chantiers, tels que les fuites de carburant et d'huile, ainsi que les vidanges sauvages, ainsi que les équipements comme les centrales à béton, peuvent représenter des risques potentiels.

✓ La faune et la flore :

les infrastructures ferroviaires perturbent les cheminements naturels des animaux, ces derniers cherchent à rétablir leurs trajets habituels, ce qui les amène parfois à traverser les voies. Cela peut entraîner des accidents impliquant les animaux et les trains.

XIV.5.2.b Effets sur les activités humaines :

La construction de la ligne ferroviaire Mohammadia -Oran a des conséquences significatives sur les sols et les déplacements des personnes, notamment :

- ✓ Réduction de l'espace agricole disponible.
- ✓ Séparation physique de l'espace agricole.
- ✓ Perturbation de la structure des parcelles agricoles.
- ✓ Interruption des déplacements liés à l'agriculture.
- ✓ Coupure des réseaux de drainage et d'irrigation

XIV.6 Les mesures prises pour réduire ou compenser les impacts :

Les mesures compensatoires visent à réduire les impacts environnementaux. L'étude propose des solutions alternatives pour prévenir ou atténuer les effets négatifs de la construction et de l'exploitation de la ligne ferroviaire

XIV.6.1 Impact sur la qualité de l'air :

Impact	Mesure
L'émission de poussières et de particules de taille variable Lors des terrassements	✓ L'arrosage des pistes par temps sec et vent fort, ✓ L'évitement des opérations de chargement et déchargement par vent fort, ✓ Une limitation de la vitesse des engins à 30 km/h dans les zones sensibles à la poussière,
D'épandage et le malaxage liants hydrauliques	✓ L'épandage n'est pas autorisé lorsque la vitesse du vent dépasse 40 km/h. ✓ Il est interdit de circuler sur des surfaces récemment traitées. ✓ Les épandeurs sont équipés d'une étanchéité pour éviter toute fuite lors du transport des produits.

XIV.6.2 Impacts sur les eaux superficielles et les eaux souterraines :

Impact	Mesure
✓ **Risques de pollution par rejets directs d'eaux de lavage, d'eaux usées.** ✓ **Risque de pollution par une mauvaise gestion des déchets**	✓ La mise en végétation immédiate des talus, des fossés et berges de cours d'eau, en saison favorable ✓ Le traitement des eaux de chantier dans des bassins de décantation/ filtration provisoires avant rejet dans les cours d'eau sensibles
✓ **Pendant la construction de l'ouvrage, des mesures sont prises pour détourner les écoulements d'eau.** ✓ **On prend également des mesures pour prévenir l'érosion des talus en cours de création.**	✓ Les eaux de ruissellement provenant des terrassements sont drainées et collectées dans des bassins de décantation avant d'être rejetées dans le cours d'eau. ✓ Le carburant est stocké, le matériel est confiné et entretenu sur des aires spécialement aménagées à cet effet. ✓ Des toiles ou grilles de protection sont installées dans les zones sensibles à l'érosion.

XIV.6.3 Impacts sur la flore :

Impact	Mesure
✓ **La suppression des zones boisées** ✓ **Le déplacement des engins le long du projet en cours de construction** ✓ **Le stockage temporaire de matériaux (matériaux extraits pendant les travaux de terrassement ou nécessaires à la construction du canal...)**	✓ Les arbres doivent être déplacés plutôt que déboisés. ✓ Éviter les dépôts de matériaux dans les zones humides. ✓ Limiter la propagation de la poussière en arrosant les voies de circulation sur le chantier par temps sec.

XIV.6.4 Impacts sur la faune :

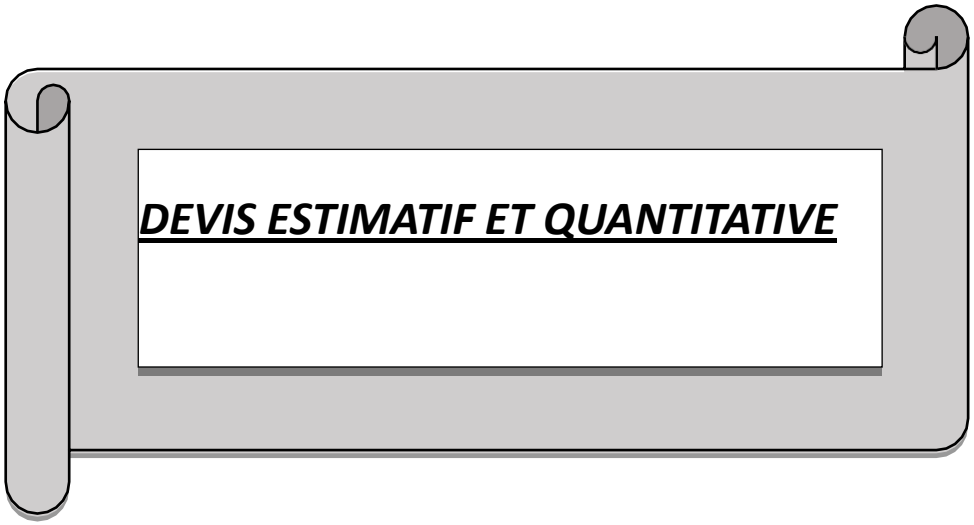
Impact	Mesure
✓ **Introduction d'une infrastructure étrangère au sein d'une zone de peuplement faunistique.** ✓ **Probabilité de perturbation due aux nuisances sonores et aux vibrations**	✓ Des barrières sont installées le long des passages forestiers ou des zones de colonisation faunistique pour protéger la faune. ✓ L'impact des vibrations diminuera progressivement avec le temps.

XIV.6.5 Impact sur les habitants :

En ce qui concerne le projet de correction de la voie ferrée de Mohammadia / Oran, et celle-ci passe à côté des zones résidentielles et des terres agricoles, et afin d'atteindre l'objectif de ne pas nuire à l'environnement, nous avons établi des ponts routiers pour permettre aux citoyens et aux agriculteurs de croix, ainsi que les passages au niveau et les voies parallèles

XIV.7 Conclusion :

Pour assurer la mise en place effective des diverses résolutions prises en faveur de l'intégration environnementale du projet et garantir leur mise en œuvre, il est essentiel de procéder à une surveillance constante des mesures de préservation et de récupération. Cette surveillance devra être effectuée à l'aide d'un programme dédié qui supervisera toutes les étapes de construction et d'exploitation de la future voie ferrée ainsi que des infrastructures prévues dans le cadre de ce projet.


DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATIVE

Chapitre XV: Devis estimatif et quantitative

	Désignations des travaux	Unité	Quantité	Prixunitaire HT (DA)	Montant HT (DA)
1-INSTALLATION DE CHANTIER ET ETUDES D'EXECUTION					
1.1	Amenée du matériel et installation général du chantier	F	1.00	244,543,997.5	244,543,997.57
1.2	Forniture et installation d'un laboratoire de chantier	F	1.00	25,008,497.85	25,008,497.85
1.3	Encadrement de chantier	F	1.00	60,363,956.24	60,363,956.24
Coût total installation de chantier et études d'exécution (DA)					**329,916,451.66**
2-TERRASSEMENTS					
2.1	Déblai mis en remblai	M3	9,031.26	620.54	5,604,258.08
2.2	Déblai mise en dépôt	M3	294,737.26	720.13	212,249,143.04
2.3	Décapage de terre végétale	M3	186684.6	450.57	84,114,480.22
2.4	Mise en remblai des matériaux issus des déblais	M3	9,031.26	320.15	2,891,357.89
2.5	Fourniture et mise en œuvre de la couche deForme	M3	77012.8	1 700.00	59,940,602.50
2.6	Fourniture et mise en œuvre de la couche defondation	M3	41541.5	3 200.00	132,932,800.00
2.7	Fourniture et mise en œuvre de la couche de sousballast	M3	39748.2	3245.19	132,830,534.76
Coût total des terrassements (DA) :					**630563176.49**
4-OUVRAGES HYDRAULIQUE					
4.1	Fossés trapézoïdaux enbéton armé	ML	9,850.00	11,400.00	112,290,000.00
4.2	Dalot en béton armé 3x 3 x3	M3	168.136	147,000.00	24,715,992.00
4.3	Dalot en béton armé 1.5x1 x1	M3	24.924	147,000.00	3,663,828.00
4.4	Dalot en béton armé 4x1.5x2	M3	157.45	147,000.00	23,145,150.00
4.5	Dalot en béton armé 4x3.5x2	M3	197.65	147,000.00	29,054,550.00
Coût total des ouvrages hydraulique (DA) :					**192,869,520.00**
5-TRAVAUX DE VOIE					
5.1	Fourniture et pose de ballast sur épaisseur de 0,30 m	M3	30814.3	6,305.00	194,284,161.50
5.2	Fourniture des rails UIC60	T	120700	121,250.00	14,634,875,000.00

5.3	Pose de voie UIC 60	ML	30,000.00	5,626.00	168,780,000.00
5.4	Fourniture d'appareil de voie UIC60-500-1/12	U	12.00	15,899,976.16	190,799,713.92
5.5	Pose d'un appareil de voie UIC 60-500-1/12	U	12.00	553,627.50	6,643,530.00
5.6	Fourniture d'appareil de voie UIC60-500-1/7	U	2.00	8,000,000.00	24,000,000.00
5.7	Pose d'un appareil de voie UIC 60-500-1/7	U	2.00	500,000.00	1,500,000.00
5.8	Fourniture des traverses bi-bloc VAX U 31	U	49,980.00	8,245.00	412,085,100.00
5.9	Fourniture d'attache élastique	U	199,920.0	523.80	104,718,096.00
Coût totale des travaux de voie (DA) :					**15,737,685,601.4**
6-Gare					
6.1	Bâtiments de Voyageurs + aménagement	M2	851.90	80,000.00	68,152,000.00
6.2	Quais	M2	3,636.00	5 000.00	18,180,000.00
Coût total de la Gare et Halte :					**86,332,000.00**
7-SIGNALISATION ET ELECTRIFICATION					
7.1	Electrification 25 kV/50 Hz	Km	15	42 605 840	639,087,600.00
7.2	Signalisation				5 345 544.00
Coût total de la signalisation et d'électrification (DA) :					**644433144.00**

Récapitulation		
N° Lot	Désignations des lots	Montants (DA)
Lot N°01	Installation de chantier et études d'exécution	**329,916,451.66**
Lot N°02	Terrassements	**630563177.21**
Lot N°04	Ouvrages hydraulique	**192,869,520.00**
Lot N°05	Travaux de voie	**15,737,685,601.4**
Lot N°06	Gare	**86,332,000.00**
Lot N°07	Signalisation et telecommunication	**644433144.00**
Montant du projet HT (DA)		**17621799893.55**
TVA 19%		**3348141979.77**
Montant du projet en TTC (DA)		**20969941873.32**

Vingt milliards neuf cent soixante-neuf millions neuf cent quarante et un mille huit cent soixante-treize Dinar algerian

CONCLUSION GENERALE

Chapitre XVI: Conclusion générale

Le projet étudié à travers le présent mémoire de fin d'étude représente pour nous une excellente opportunité de mettre en application des connaissances acquises durant tout notre cursus a l'ENSTP pour résoudre des problèmes concrets. Effectivement, à travers ce projet qui nous a permis de chercher des solutions à tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter lors d'une étude en avant-projet détaillée d'une ligne ferroviaire. Notre travail respecte les normes de l'UIC, et les exigences de la SNTF pour le confort et la sécurité des usagers aussi bien que l'économie et l'environnement. Il a été l'occasion de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine qu'on a rencontré lors de notre stage pratique chez SETO et SETI-RAIL ce qui nous a permis d'approfondir nos connaissances dans le domaine ferroviaire :

- Conception du tracé en plan, profil en long et profil en travers.
- Etude géologique et géotechnique
- Etude hydrologique.
- Conception de la gare.
- Etude d'impact sur l'environnement.
- Réaliser un devis estimatif et quantitatif du projet.

De plus, Ce travail nous a permis de développer notre côté informatique, par l'utilisation des logiciels comme AUTOCAD, COVADIS 16.0f