



Université Mohamed khider –Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie civil et d'Hydraulique

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Filière : Travaux publics
Spécialité : Voies et ouvrages d'art

Réf. :

Présenté et soutenu par :
Beddiaf Haroun El-Azhar et Mehamdia Samir

Le : jeudi 13 juin 2024

**Dimensionnement de la structure
d'assise ferroviaire - Application au
projet à voie unique du contournement
ferroviaire de Biskra du PK 15+000 au
PK 18+800.**

Jury :

Encadreur : Dr. Ben Ammar Ben Khadda

Année universitaire : 2023 - 2024

REMERCIEMENTS

En tout cas, nous remercions Dieu Tout-Puissant

الحمد لله

Notre superviseur, le Dr Ben Ammar Ben Khadda, qui nous a donné confiance et nous a présenté
ce sujet

Nous le remercions non seulement pour la qualité scientifique, mais également pour son travail.

Nous tenons également à remercier l'Agence Nationale d'Etude et de Suivi des Investissements
Ferroviaires (ANESRIF), ainsi que le groupe SETIRIAL-SAETI.

Nous remercions tous les membres du jury d'avoir accepté de nous accorder l'honneur de juger cet
ouvrage.

DEDICACES

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ والصلاة والسلام على رسول الله

اهدي هذا العمل المتواضع بمناسبة نهاية مشواري الدراسي الجامعي إلى :

- ✚ من رباني وكبرني وعمل بكد وعلمي معنى الكفاح وأوصلني على ما أنا علي أبي الغالي الكريم أطل الله في عمره
- ✚ من أنارت دربي بالصلوات والدعوات والجنة تحت أقدامها أمي الغالية اطل الله في عمرها
- ✚ زوجتي و اولادي التي تكبدا شقاء التعب
- ✚ أخواتي وأخواتي الأعزاء
- ✚ جميع الأهل والأقارب
- ✚ جميع الأصدقاء الذين عرفتهم في مشواري الدراسي
- ✚ جميع أساتذة قسم الهندسة المدنية والري

وشكرا :

- بضياف هارون الازهر
- محامدية سمير

Résumé :

Le projet du contournement ferroviaire de la ville de Biskra est classé comme l'un des projets importants à Biskra, qui relève du développement de la voie ferrée en Algérie.

La ligne actuelle du chemin de fer cause des accidents sur les intersections des passages à niveaux avec les routes et provoque une suffocation problématique des flux de trafic.

Ce projet vise à éviter l'entrée du train dans le centre-ville et à contribuer au développement économique de la région en reliant le nord et le sud-ouest.

Comme cette recherche vise le suivi de la réalisation du contournement ferroviaire de la ville de Biskra.

Mots clés : Voie ferrée, contournement, dimensionnement, économie.

خلاصة :

يصنف هذا المشروع من أحد المشاريع المهمة في بسكرة. حيث يندرج في إطار تطوير السكة الحديدية في الجزائر الخط الحالي لسكة الحديدية يتسبب في حوادث السير على مستوى تقاطعاته مع الطرق كما يتسبب في إشكالية الاختناق في سيولة المرور في فترة عبور القطار عبر محاور الطرق الرئيسية .

هذا المشروع يستهدف تجنب دخول القطار إلى وسط المدينة والمساهمة في تطوير الجانب الاقتصادي للمنطقة من خلال الربط بين الجهة الشمالية والجهة الجنوبية الغربية .

حيث يهدف هذا البحث إلى مراقبة المشروع المقطع الاجتناب للسكة الحديدية على مدينة بسكرة .

كلمات مفتاحية : مسار السكة الحديدية، الالتفافية، لأبعاد، الاقتصاد.

Sommaire :

Remerciement

Dédicace

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des photos

Introduction générale

Conclusion Générale

Annexe

CHAPITRE 1 : Informations générales sur les chemins de fer.

1	Introduction	3
2	Réseaux ferroviaires Algérien	5
3	Infrastructure des chemins de fer	7
3.1	Généralités	7
3.2	Couche de Ballast	7
3.3	Sous-couche	8
3.4	Plateforme	8
3.5	Épaisseur Minimum des Couches d'assises	9
4	Superstructure de la voie ferrée	9
4.1	Les rails	9
4.2	Traverse	11
4.3	Le ballast	13
4.4	Travelage	15
4.5	Fixation des rails aux traverses	15
4.6	Les appareils de voie	17
5	Caractéristiques géométriques de la voie ferrée	19
6	Caractéristiques de la voie en alignement	20
7	Caractéristique de la voie en courbe	21

8	Pose des rails courts dans les courbes	24
9	Conclusion	24

CHAPITRE 2 : Présentation du projet

1	Introduction	26
2	Présentation de la ville	26
2.1	Localisation	26
2.2	Fiche technique du projet	26
2.3	Historique du projet	29
3	Description générale	31
4	Caractéristiques de la voie	33
4.1	Caractéristique technique	33
4.2	Caractéristique physique	33
4.3	Superstructure de la voie	34
5	Les ouvrages d'art	34
5.1	Les ponts route	34
5.2	Les ponts rails	35
6	Les Gares ferroviaires	37
6.1	Gare de voyageurs de Biskra	38
6.2	Gare marchandises de Biskra	38
7	Drainage	39
8	Conclusion	39

CHAPITRE III : Réalisation de tronçon et leur environnement

1	Introduction.	41
2	Description du tracé	42
2.1	Tracé en plan	42
2.2	Tracé en long	44
2.3	Les Gares	44
2.3.1	Gare de voyageurs de Biskra	44
2.3.2	Gare de marchandises de Biskra	48

2.4	Hydrologie et drainage	52
2.5	Caractéristiques technique	57
2.5.1	Paramètres géométriques	57
2.5.2	Paramètres fonctionnels	58
2.5.3	Section type	59
2.5.4	Dévers	59
2.5.5	Caractéristiques des matériaux	60
2.6	Ouvrages D´art	61
2.6.1	Ouvrages ferroviaires	61
2.6.2	Ouvrages routiers	62
2.7	Bâtiments	65
2.7.1	Gare de voyageurs de Biskra	65
2.7.2	Gare de marchandises de Biskra	67
2.7.3	Description des travaux par corps d´état	80
3	Conclusion	91

CHAPITRE IV : Dimensionnement de la structure d´assise ferroviaire

1	Généralités	93
2	Couche de ballast	93
2.1	Rôle	93
2.2	Matériau	93
2.3	Contraintes	94
3	Sous-couche	94
3.1	Rôle de la sous-couche	94
3.2	Exigence technique	95
4	Plateforme	95
4.1	Définition	95
4.2	Classification des sols pour la plate-forme	95
4.3	Classification des plates-formes	96
5	Épaisseur minimale des couches d´assise	97

5.1	Détermination de l'épaisseur minimale	97
5.2	Classification des lignes d'UIC	98
5.3	Classification de la qualité des sols	98
6	Application	100
7	Conclusion	101

LISTE DES FIGURES

FIGURES	TITR DE FIGURES	PAGE
Figure 1.01	réseau Ferré national	04
Figure 1.02	les couches de la voie ferrée	06
Figure 1.03	une coupe d'une voie ferrée	07
Figure 1.04	couches d'assises	07
Figure 1.05	rail	08
Figure 1.06	rail Vignole	08
Figure 1.07	rail gorge	09
Figure 1.08	rail tramway (gorge)	09
Figure 1.09	rail double champignon	09
Figure 1.10	traverses de bois	10
Figure 1.11	traverses de béton armé	10
Figure 1.12	traverses métallique	11
Figure 1.13	traverses en plastiques ou composites	11
Figure 1.14	Le ballast	12
Figure 1.15	Fixation des rails	12
Figure 1.16	attache à spires (1)	13
Figure 1.17	attache à spires (2)	13
Figure 1.18	attache à lame	13
Figure 1.19	attache à boudin (1)	14
Figure 1.20	attache à boudin (2)	14
Figure 1.21	gare en Chine	14
Figure 1.22	branchement simple	15
Figure 1.23	branchement double	15
Figure 1.24	branchement Junction double.	16
Figure 1.25	détails d'un essieu.	16
Figure 1.26	Rotation de la position	17
Figure 1.27	Inscription d'un bogie dans une Courbe	17
Figure 1.28	trace de raccordements paraboliques	19
Figure 2.01	localisation de la wilaya de Biskra	21
Figure 2.02	schéma représentatif des intervenants	26
Figure 2.03	le tracé du projet de contournement de la voie ferré	26
Figure 2.04	la voie ferrée de Biskra	26
Figure 2.05	pont route au P.K 4+555	29
Figure 2.06	pont route PK 7+930	29
Figure 2.07	pont route P.K 15+025	30
Figure 2.08	pont rail PK 11+470	30

Figure 2.09	Pont rail PK 11+470	30
Figure 2.10	Pont rail P.K 11+572	31
Figure 2.11	Pont rail PK 11+830	31
Figure 2.12	Pont rail P.K 12+169	31
Figure 2.13	viaduc PK 12+670	32
Figure 2.14	La future gare de voyageurs de Biskra	32
Figure 3.01	Appareils de la gare de voyageurs	42
Figure 3.02	Plan d'appareils de type Gare de marchandise	45
Figure 4.01	la structure de couche d'assise	80
Figure 4.02	l'épaisseur minimale de la couche d'assise	83
Figure 4.03	La couche d'assise compose	87

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU	TITR DE TABLEAU	PAGE
Tableau 2.1	Préparation du terrain	21
Tableau 2.2	Terrassements généraux	22
Tableau 2.3	Assainissement et ouvrages de drainage	22
Tableau 2.4	Travaux de voie	22
Tableau 2.5	Ouvrages d'art	22
Tableau 2.6	Bâtiments des gares	23
Tableau 2.7	Travaux de quais et annexes	23
Tableau 3.01	Appareils de voie UIC54-190-1:7 (1)	38
Tableau 3.02	Appareils de voie UIC54-190-1:7 (2).	39
Tableau 3.03	Appareils de type UIC54-1	43
Tableau 3.04	Ouvrage des débits	46
Tableau 3.05	Ouvrages des débits et PK	48
Tableau 3.06	Paramètres géométriques	50
Tableau 3.07	Paramètres géométriques	50
Tableau 3.08	Paramètres géométriques adoptes	50
Tableau 3.09	Paramètres fonctionnels	51
Tableau 3.10	Paramètres fonctionnels	51
Tableau 3.11	Les Divers	52
Tableau 3.12	Les Rayon	53
Tableau 3.12	Le Bâtiments de la gare	58
Tableau 3.13	Le Bâtiments administrative	60
Tableau 3.14	Le Bâtiments de service	61
Tableau 3.15	Le Poste de control	63
Tableu4.01	La catégorie de ballast utilisé en chemins de fer.	81
Tableu4.02	Les Classification des plateformes	83
Tableu4.03	Classification de la qualité des sols	85

LISTE DES PHOTOS

PHOTOS	TITR DE PHOTOS	PAGE
Photos 3.01	L'ouvrage hydraulique (PK 0.400) 2024/04/18	47
Photos 3.02	Couche de fondation (2024/05/06)	53
Photos 3.03	Ballast2024/04/18	63

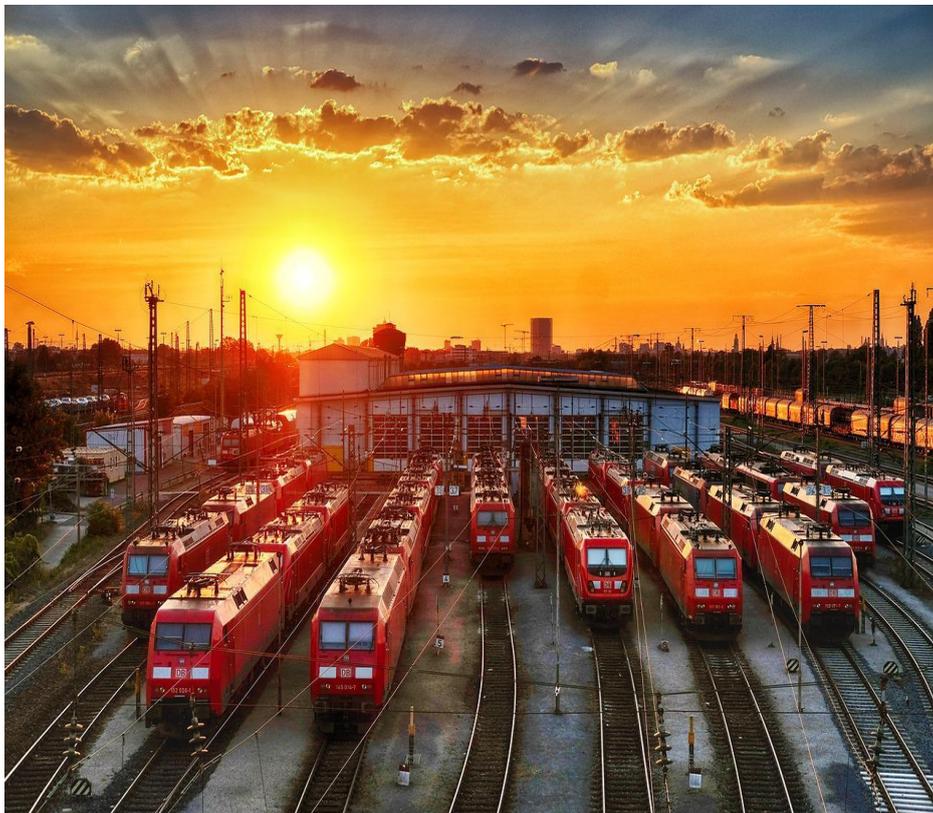
INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Dans le cadre du développement du réseau ferroviaire de la ville de Biskra parmi lesquels la réalisation de la desserte ferroviaire à une voie unique (future électrification) de l'évitement de la wilaya de Biskra La voie de chemin de fer existante est un obstacle important à la perméabilité transversale de la ville. Les motifs essentiels qui ont conduit à la nécessité de concevoir une voie contournement de la ville de Biskra sont les suivants: Le contournement et le réaménagement des installations ferroviaires de la ville de Biskra s'inscrit dans le cadre du plan directeur d'aménagement et d'urbanisation de cette ville. La situation de la ville sur cet important axe ferroviaires nord-sud du pays, et sa croissance constante en tant que centre d'activité commercial rendant nécessaire l'augmentation de la fréquence et de la vitesse commerciale de l'offre ferroviaire actuelle. La confluence à Biskra de plusieurs routes nationales (RN-03, RN-31, RN-46, et RN-83), dont le trafic subit un développement significatif, favorisent cette croissance économique Par conséquent, il est nécessaire d'entreprendre les travaux suivants :

- * Exécution d'un nouveau couloir ferroviaire dans la périphérie de la ville ; Récupération du couloir actuel pour la ville, entre la zone industrielle de NAFTAL et la gare de voyageurs :
- * Remaniement de la gare voyageurs actuelle pour la convertir en un centre intermodal de transport de voyageurs (chemin de fer, autobus urbains et autobus interurbains).
- * Construction d'une nouvelle gare au sud de la ville, destinée exclusivement aux services de marchandises, à un emplacement près de zone d'activité industrielle de Biskra.

CHAPITRE 1
INFORMATIONS GENERALES SUR LES CHEMINS
DE FER.



1. Introduction

Le transport ferroviaire, souvent considéré comme l'épine dorsale des systèmes de transport modernes, a joué un rôle crucial dans le développement économique et social à travers le monde. Depuis ses modestes débuts au début du XIXe siècle, lorsque les premières locomotives à vapeur ont sillonné les rails, jusqu'à son statut actuel de pilier essentiel des infrastructures de transport, le chemin de fer a façonné la manière dont les personnes et les marchandises se déplacent à l'échelle nationale et internationale. Cette forme de transport offre une gamme d'avantages, allant de son efficacité énergétique à sa capacité à transporter de lourdes charges sur de longues distances. Dans cette introduction, nous explorerons l'histoire du transport ferroviaire, ses innovations techniques et son impact.

***Le rôle des chemins de fer dans le monde et leur développement :**

Les chemins de fer ont joué un rôle essentiel dans le monde entier en tant que mode de transport crucial pour les personnes et les marchandises. Leur développement a été marqué par plusieurs phases clés, chacune apportant son lot d'innovations techniques et d'impacts sociaux et économiques.

***Développement initial:**

Les débuts des chemins de fer remontent au début du XIXe siècle en Grande-Bretagne, avec l'invention de la locomotive à vapeur. Cette technologie révolutionnaire a permis le transport de marchandises et de passagers sur des distances plus importantes et à des vitesses plus élevées que jamais auparavant.

*** Expansion coloniale:**

Au cours du XIXe siècle, les chemins de fer ont été largement utilisés pour faciliter l'expansion coloniale dans de nombreuses parties du monde. Ils ont été construits pour exploiter les ressources naturelles, ouvrir de nouvelles zones à la colonisation, et relier les régions éloignées aux ports et aux centres urbains.

*** Industrialisation et développement économique:**

Les chemins de fer ont été un catalyseur majeur de l'industrialisation, permettant le transport efficace des matières premières vers les centres de production et la distribution des produits finis vers les marchés nationaux et internationaux. Ils ont favorisé le commerce et la croissance économique en réduisant les coûts de transport et en accélérant les échanges commerciaux.

*** Intégration nationale et connectivité:**

Dans de nombreux pays, les réseaux ferroviaires ont joué un rôle crucial dans l'intégration

nationale en reliant les régions éloignées au reste du pays. Ils ont également facilité la mobilité des populations, permettant aux personnes de voyager plus facilement pour le travail, l'éducation et les loisirs.

*** Transport durable et développement durable:**

De nos jours, les chemins de fer continuent d'être un élément clé des systèmes de transport durables, offrant une alternative écologique à la route et à l'aviation pour le transport de masse. L'investissement dans les infrastructures ferroviaires modernes, telles que les lignes à grande vitesse et les réseaux de transport urbain, visent à améliorer l'efficacité, la sécurité et la durabilité du transport ferroviaire.

*** Le Chemins de fer en Afrique :**

Les chemins de fer ont joué un rôle significatif dans le développement de l'Afrique, bien que ce développement ait été inégal selon les régions et les pays du continent. Voici quelques points clés sur le rôle des chemins de fer en Afrique :

*** Colonisation et exploitation des ressources:**

Pendant la période coloniale, les puissances européennes ont construit des réseaux ferroviaires en Afrique pour exploiter les ressources naturelles telles que les minéraux, les produits agricoles et les matières premières. Ces chemins de fer étaient souvent conçus pour transporter les richesses du continent vers les ports en vue de leur exportation.

*** Intégration économique et commerciale:**

Les chemins de fer ont facilité l'intégration économique des régions et des pays en reliant les zones productrices aux centres de consommation et aux marchés internationaux. Ils ont également permis le développement de villes et de centres urbains le long de leurs routes.

*** Mobilité des populations:**

Les chemins de fer ont été des moyens de transport vitaux pour les populations africaines, facilitant la mobilité des personnes à travers le continent pour le travail, le commerce et d'autres activités. Ils ont également joué un rôle dans la migration des travailleurs vers les centres urbains et les zones industrielles.

*** Héritage et patrimoine:**

De nombreux réseaux ferroviaires en Afrique ont une histoire riche et diversifiée, reflétant les époques coloniales et post-Coloniales. Certains de ces chemins de fer historiques sont devenus des attractions touristiques populaires, offrant aux visiteurs un aperçu de l'histoire et de la culture du continent.

*** Défis et opportunités:**

Malgré leur importance, de nombreux réseaux ferroviaires en Afrique ont souffert de sous-investissement, de manque d'entretien et de défis opérationnels. Cependant, il existe un intérêt croissant pour la revitalisation des chemins de fer en Afrique, avec des initiatives visant à moderniser les infrastructures, à améliorer la connectivité régionale et à promouvoir le transport ferroviaire comme une solution durable pour répondre aux besoins de mobilité croissants du continent.

2-Réseaux ferroviaires Algérien :

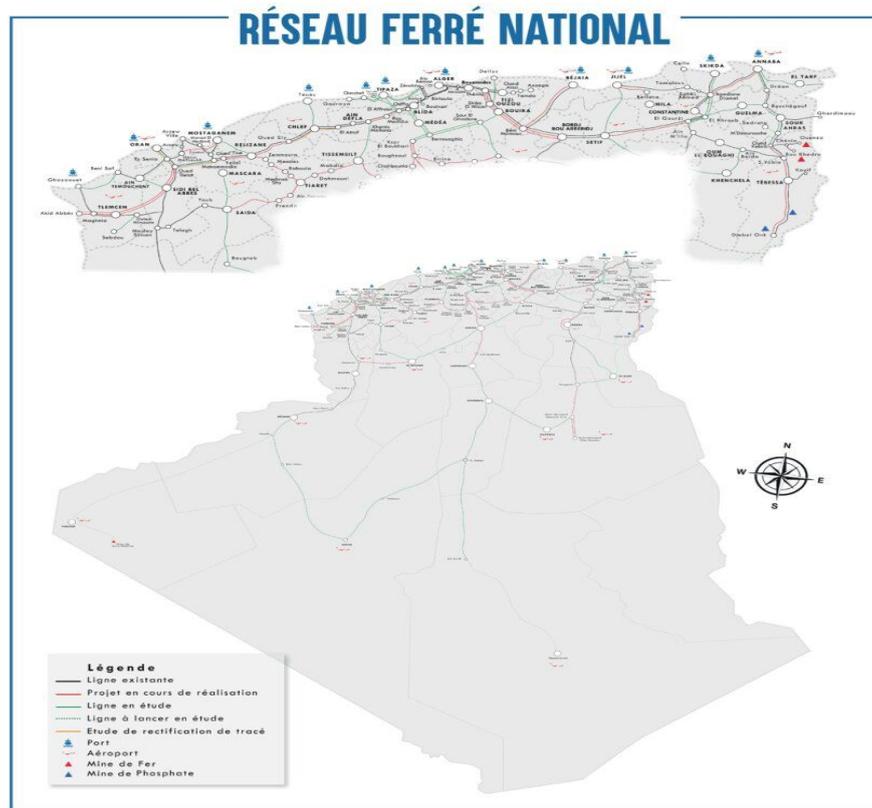


Figure 1.01 : Réseau Ferré national.

L'histoire des chemins de fer de l'Algérie commence le 8 avril 1857, avec un décret du gouvernement français qui autorise la construction de 1357 km de chemins de fer dans la colonie d'Algérie. Le premier chantier, démarré le 12 décembre 1859, porte sur la construction de la ligne Alger - Blida. La gestion en est confiée à une compagnie privée : la compagnie des chemins de fer algériens. Les travaux de construction sont également entrepris pour relier Oran à Saint-Denis-du-Sig ainsi que sur liaison avec le port de Philippeville - l'actuel Skikda- et avec Constantine, mais les problèmes financiers poussent la compagnie à interrompre les travaux et à développer la ligne d'Alger, qui sera ouverte le 8 septembre 1862. Cinq autres compagnies sont créées pour construire les lignes restantes: la Compagnie Bône-Guelma (BG), la Compagnie de l'Est Algérien (EA), la Compagnie Paris-Lyon-

Méditerranée (PLM), la Compagnie de l'Ouest Algérien (OA) et la Compagnies Franco-Algérienne.

L'objectif des 1 357 km est atteint et même dépassé, avec des tronçons construits représentant 1 365 km 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 1747 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 ans qui suivirent, 2 035 km de ligne chemin de fer vont s'ajouter au réseau, constituant l'armature du futur réseau ferroviaire algérien.

En 1900 la Compagnie franco-Algérienne, endettée, perd sa concession; le même sort touche la compagnie 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'État (CFAE), qui s'appuie sur la compagnie survivante, la filiale algérienne de la compagnie Paris-Lyon-Méditerranée la Entre 1907 et 1946 une troisième campagne d'investissement ajoute 1 614 km au réseau.

Le 1 Juillet 1921 les lignes existantes sont réparties entre les compagnies CFAE et PLA : ce partage dura jusqu'au 30 mai 1938, date à laquelle les lignes d'"intérêt général" des deux compagnies sont nationalisées et rattachées à la SNCF. La gestion des lignes algériennes est alors confiée à compter du 1 janvier 1939 à l'office des Chemins de fer Algériens (OCFA), A la fin de la deuxième guerre mondiale le réseau ferroviaire algérien s'étend sur 5015 km.

Le 30 juin 1959 l'État français et l'OCFA signent une convention créant la Compagnie des Chemins de Fer Français en Algérie (CCFA) qui devient en 1963 la SNCFA (Société Nationale des Chemins de Fer Algériens) Le 31 mars 1976 à la fin de la concession de l'état français, l'état algérien divise la SNCFA en trois organismes distincts :

- La SNTF qui assure l'exploitation du réseau ferré algérien.
- La SNERIF chargé de la maintenance et de la construction des lignes ferroviaires.
- La SIF pour le développement du réseau ferré algérien.

3. Infrastructure des chemins de fer :

3.1 Généralités :

Par définition, La couche d'assise comprend la couche de ballast et la sous-couche (sous ballast). Leurs rôles principaux sont :

- L'amortissement des vibrations importantes provenant du contact Rail- Roue.
- La répartition des charges provenant des traversés d'une manière presque uniforme sur la plateforme.
- La contribution à la stabilité longitudinale et transversale de la voie ferrée.
- L'évacuation des eaux de ruissellement par le drainage.



Figure 1.02 : les couches de la voie ferrée.

3.2 Couche de Ballast :

Le ballast est un granulat utilisé dans la construction de voies ferrées et dont 100 % de la surface des grains est entièrement concassée

Rôle :

- La transmission des efforts engendrés par le passage des trains au sol, sans que celui-ci ne se déforme par tassement.
- Le rôle du ballast est aussi d'enchâsser les traverses afin d'assurer une résistance aux déformations longitudinales, particulièrement importante pour la technique des longs rails soudés.
- Assure en raison de sa granularité particulière le drainage et l'évacuation des eaux superficielles.
- Joue le rôle d'un amortisseur de vibration très efficace grâce à sa propriété rhéologique (dissipation de l'énergie de vibration par attrition (contact des éléments)).

3.3. Sous-couche :

La sous-couche est une couche d'adaptation interposée entre la couche de ballast et la Plateforme, La sous-couche peut-être mono ou multicouche.

Elle comprend du haut vers le bas, une couche "sous ballast" en grave propre bien gradué (0/31.5) puis une couche de fondation dans le cas de mauvais sol et enfin, s'il y a lieu une couche anti-contaminatrice complété par des feuilles de géotextile ou géo membrane.

Rôle :

Elle a des rôles multiples :

- Amélioration de la portance et meilleure répartition des charges transmises.
- Contribution à l'amélioration des propriétés vibratoires.
- Anticontamination entre la plateforme et la couche de ballast.
- Protection contre l'érosion et légal.
- Evacuation des eaux de pluies.

3.4 Plateforme :

Définition :

Partie supérieure de l'ouvrage en terre supportant la sous-couche. La plateforme est constituée de terres rapportées dans le cas d'un remblai ou du sol en place dans le cas d'un déblai, Pour évaluer la qualité de la plateforme, il convient :

- D'apprécier la qualité de chaque sol composant la plateforme,
- D'apprécier la qualité de la plateforme complète : couche de forme + sol sous-jacent.

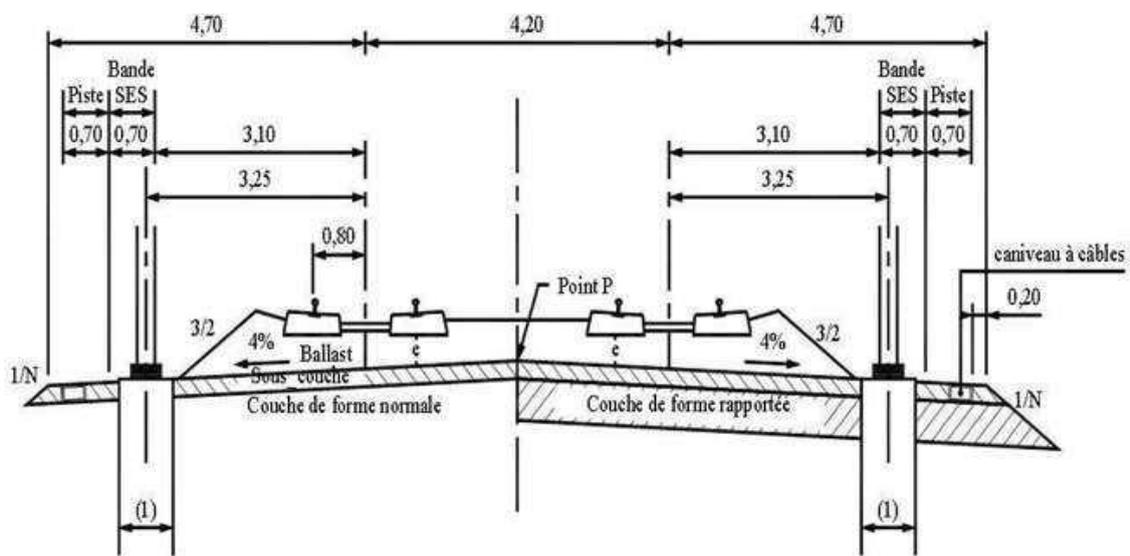


Figure 1.03 : une coupe d'une voie ferrée.

3.5 Épaisseur minimum des couches d'assises :

Détermination de l'épaisseur minimum La formule de calcul de l'épaisseur minimal de la couche d'assise est donnée comme suit : $e = E+a+b+c+d+f+g$ E : paramètre qui dépend de la qualité de portance de la plate-forme a, b, c, d, f et g sont des paramètres qui dépend de la classe de voie, de l'armement (type de rails), de l'intensité du trafic de la voie et de vitesse du train.

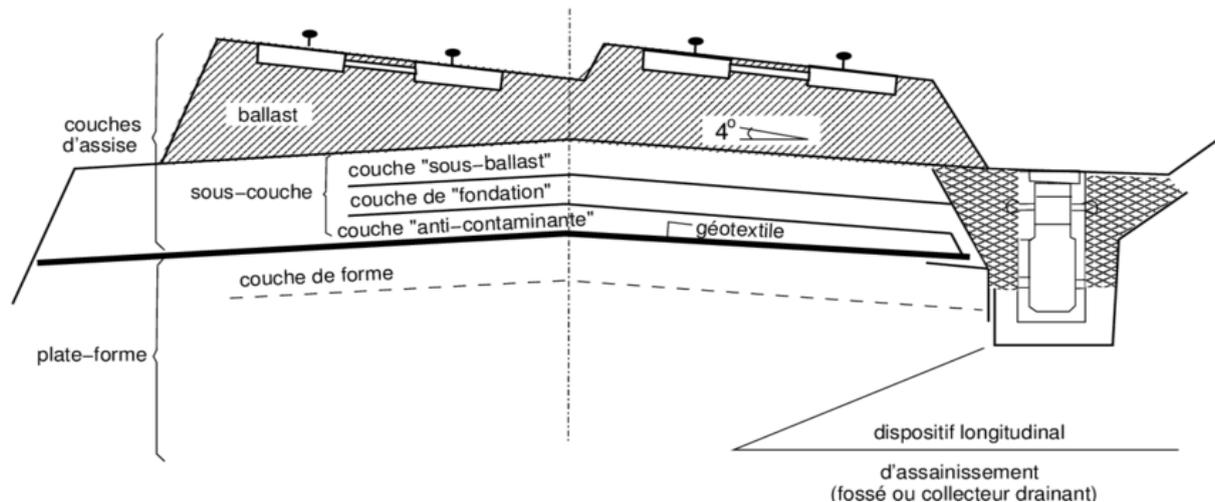


Figure 1.04 : Couches d'assises.

4. La superstructure de la voie ferrée :

4.1 Les rails :

Les rails servent à la fois de guide et de support de roulement pour les véhicules ferroviaires comme le train et le tramway. Étant conducteurs électriques, ils peuvent aussi être utilisés pour la transmission de signaux (circuits de voie) et pour le retour des courants de traction et des auxiliaires du train (ligne train pour le chauffage et la climatisation sur les rames tractées). Un système de transport fondé sur l'utilisation d'un seul rail est un monorail. Un (voire deux) rail(s) peut(peuvent) servir aussi à l'alimentation électrique (alimentation par troisième rail ou par troisième et quatrième rails). Les rails seront assemblés soit par éclissage ou par des soudures.



Figure 1.05 : Les rail.

4.1.1) Les différents types de rails :

a) Rail Vignole :

Le rail moderne est généralement du type « Vignole » ; dans une section transversale, on distingue le patin qui s'appuie sur la traverse, le champignon qui constitue le chemin de roulement,

et l'âme, filet vertical qui relie le champignon au patin. Sur les lignes importantes, la masse linéique standard du rail **U54** est de 54 kg/m.

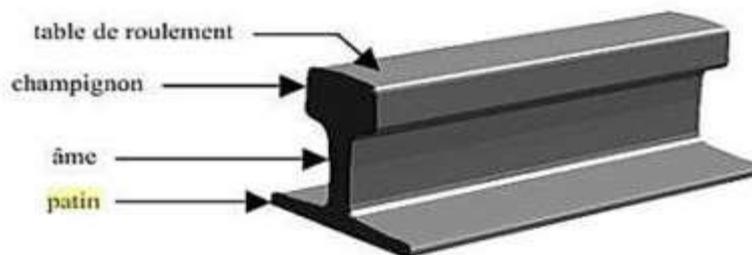


Figure 1.06 : rail Vignole.

Le rail Vignole est constitué de 3 parties principales, le champignon, l'âme et le patin

➤ **Le champignon :** Le profil du bourrelet du rail et celui du bandage de la roue sont étudiés en vue de réaliser les meilleures conditions de roulement et d'assurer le guidage le plus satisfaisant du mentonnet de la roue.

➤ **L'âme :** L'âme résiste au cisaillement produit par le chargement de la voie.

➤ **Le patin :** Le patin constitue une sorte de buté contre le renversement du rail suite aux efforts transverse.

b) Rail gorge:

Des rails à gorge (type « Broca ») sont utilisés pour les voies encastrées dans des chaussées routières, notamment pour les installations industrielles et les lignes de tramway.



Figure 1.07 : Rail a gorge



Figure 1.08 : Rail tramway (gorge)

c) Rail double champignon :

Le rail à « double champignon symétrique » avait été conçu pour permettre de retourner le rail usé et donc doubler sa durée de vie. Le défaut de ce système était que lorsque le rail était retourné, il était déjà abimé (poinçonnements dû à l'écrasement au niveau des berceaux).

Ce principe a été abandonné. Des rails type « double champignon asymétrique » ont également été employés : un seul côté, de plus forte section, était utilisé pour le roulement. La simplification apportée par la fixation du rail type Vignole a amené à l'abandon de ce système.

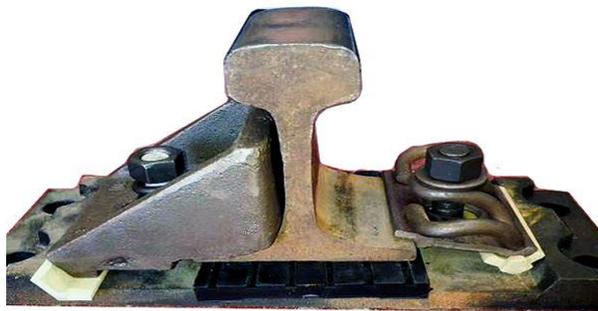


Figure1.09 : Rail double champignon.

4.2 Traverse :

Une traverse est un élément fondamental de la voie ferrée. C'est une pièce posée en travers de la voie, sous les rails, pour en maintenir l'écartement et l'inclinaison, et transmettre au ballast les charges des véhicules circulant sur les rails. On utilise principalement des traverses en bois ou en béton (et depuis peu il existe des traverses en plastique dur recyclé).

4.2.1) Les rôles des traverses sont :

- ❖ Recevoir les forces dynamiques verticales et horizontales venant des rails et les transmettre à la couche de ballast.
- ❖ Amortir ces efforts dynamiques.
- ❖ Garder l'écartement de la file de rails.
- ❖ Donner l'inclinaison de rails qui est équivalente à 1/18.

4-2.2) Types de traverses :**a) Traverse en bois : L'avantage et l'inconvénient des traverses en bois :****❖ Avantage :**

- Les traverses en bois sont très élastiques par rapport aux autres types de traverses.
- Elles sont faciles à confectionner.
- Facile à exploiter et à transporter.
- Elles ne coûtent pas cher.
- Les traverses en bois ont une grande résistance à la rupture, au matage et au cisaillement.

❖ Inconvénients :

- Elles ont une faible durée de service (de l'ordre de 3 à 5 ans).
- Il faut 80 m³ de bois pour 1 km de voies c'est-à-dire destruction de forêt, problème d'environnement.



Figure 1.10 : Traverses de bois.

b) Traverses en béton armé :**❖ Avantages :**

- Conservation de la nature
- Peuvent supporter des grandes charges
- Peuvent résister aux grands efforts et déplacements à cause de leur poids
- Avoir une longue durée de service (de l'ordre de 40 à 50 ans)

❖ Inconvénients :

- Moins élastique que le bois
- Plus fragile
- Conducteur de courant électrique
- Plus lourd à manipuler
- Plus cher



Figure 11 : Traverses de béton armé.

c) Traverses en métallique :

La traverse métallique est un produit industriel de fabrication simple. Elle est constituée d'un laminé en forme de U renversé, embouti à ses extrémités, pour former des bêtes qui s'enfoncent dans le ballast et s'opposent au déplacement transversal de la voie. Le rail est fixé au moyen de crapauds qui appuient sur le bord du patin. Ces crapauds sont serrés par des écrous vissés sur des boulons et la combinaison de deux ou trois modèles permet de réaliser une gamme progressive d'écartement de la voie. On peut également adapter des dispositifs élastiques. La traverse métallique, en acier, est relativement légère (80 kg) et est principalement utilisée dans des voies à circulation de moyenne vitesse.



Figure 1.12 : traverses métallique.

d) Traverses plastiques ou composites :

La traverse plastique est habituellement fabriquée à partir d'un recyclât de polyoléfine et renforcée de fibres. Elle est respectueuse de l'environnement. La traverse composite est une alternative à la traverse en bois imprégnée de créosote, l'EU envisageant une restriction sur l'utilisation de la créosote dans les années à venir. La traverse plastique possède d'excellentes caractéristiques mécaniques, supérieures à la traverse en bois. Elle résiste très bien aux intempéries et aux produits chimiques. Elle peut aussi permettre une réduction de nuisance sonore. Plusieurs pays de l'EU ont déjà opté pour cette traverse 100% recyclable. Elle peut être installée en voie standard, en appareil de voie ou encore sur des ouvrages d'art (pont, tablier métallique non-ballasté).



Figure 1.13 : traverses en plastiques ou composites.

4-3 Le ballast :

Le ballast est un granulat de 25/50 mm utilisée actuellement en Algérie), il provient de concassage de roches dures (granite, quartzite, grès, gneiss, etc. ...). La couche de ballast une épaisseur de 25 à 30 cm avec le rôle de :

- À stabiliser le sol ainsi que les voies et à leur éviter des déformations dues au poids de trains.
- À limiter les vibrations au passage des trains sans quoi elles pourraient se faire ressentir à plusieurs centaines de mètres à la ronde.
- À ralentir l'invasion de la végétation entre les voies.



Figure 1.14 : le ballast.

4.4 Travelage :

Le travelage est la façon d'arranger les traverses perpendiculaires aux files des rails ou normalement à l'axe de la voie dans les courbes, ou précisément c'est le nombre de traverses au kilomètre de voie selon le plan de pose.

Un calcul peut se faire pour calculer le nombre de traverse pour un kilomètre de voie et l'espacement entre deux traverses qui se suivent...

D'après les données qu'on a obtenues, Algérie pose 1666 traverses au kilomètre de voie pour l'alignement droit et 1840 au kilomètre dans les courbes. L'espacement entre deux traverses est de 60cm pour les alignements droits et 54cm dans les courbes.

4.5. Fixation des rails aux traverses :

Existe plusieurs systèmes permettant la fixation du rail sur les traverses, Ces systèmes varient en fonction du type de traverses, du type de rail, du mode de pose de la voie (LRS ou barres normales), mais aussi en fonction de l'histoire propre à chaque.



Figure 1.15 : Fixation des rails.

4.5.1. Les types Attaches :

a) Ressort à spires :

Sur les traverses en bois, il s'agit toujours d'une attache indirecte. La pièce métallique appuyant sur le patin du rail est maintenue sous pression par un ressort à spires boulonné. Ce type d'attache :



Figure 1.16 : attache à spires (1)



Figure 1.17 : attache à spires (2)

b) Ressort à lame :

Le rôle du ressort est assuré par une pièce métallique plus ou moins plane fixée à la traverse et appuyant sur le patin du rail.

On peut citer dans cette famille les attaches type « RN » et « Nabla », de conception française. On la trouve surtout en France ou dans les pays ayant de fortes relations avec la France. Est très répandu.

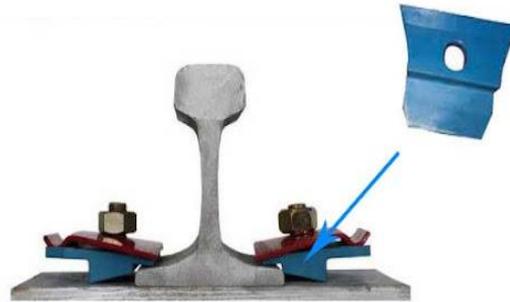


Figure 1.18 : attache à lame.

c) Ressort à « boudin » :

Dans son principe, elle ressemble à l'attache « à lame », mais le ressort est une pièce métallique en acier rond d'assez gros diamètre façonné en forme de « M » fixé à la traverse au moyen d'un système de boulons.

Ce type d'attache est développé par l'industriel Vossloh et tend, dans les pays germaniques, à remplacer au fil des renouvellements de voie l'attache indirecte à ressort.

- 1 Clip
- 2 Insulator
- 3 Rail Pad
- 4 Shoulder



Figure 1.19 : Attache à boudin (1)



Figure 1.20 : Attache à boudin (2)

4.6 Les appareils de voie :



Figure 1.21 : Gare en Chine.

4.6.1 Définition :

L'exploitation des voies ferrées exige des dispositifs de liaison et d'intersection des itinéraires, que l'on désigne sous le terme générale d'appareils de voie.

Un appareil de voie est un élément de la voie ferrée qui permet d'assurer le support et le guidage du matériel roulant ferroviaire sur un itinéraire donné.

Les appareils de voie permettent aux véhicules de passer d'une voie à l'autre sans interrompre leur circulation.

En règle générale le terme « appareil de voie » couvre à la fois les aiguillages, les croisements et les traversées-jonctions.

Actuellement, la durée de vie des appareils de voie est d'environ 20 (avec traverses en bois) à 30 ans (avec traverse en béton).

4.6. 2. Type d'appareils de voie :

a) Branchement simple (Aiguillage simple) :

Dans le cas de l'aiguillage simple, une autre voie (voie déviée) part de la voie en alignement. Si on regarde de la pointe de l'aiguille en direction de la pointe du cœur de croisement, on peut faire la distinction entre le branchement simple à gauche et le branchement simple à droite, Le branchement simple se décompose de trois parties générales :

1. L'aiguillage.
2. Les voies intermédiaires.
3. Le croisement.

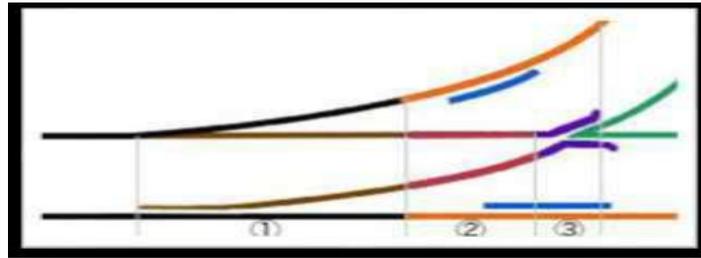


Figure 1.22 : Branchement simple.

b) Branchement double :

Dans le cas du branchement double, deux autres voies (voir la figure.) partent de la voie en alignement (voie directe). Le premier sens de bifurcation est déterminant pour la désignation « à gauche » ou « à droite ».

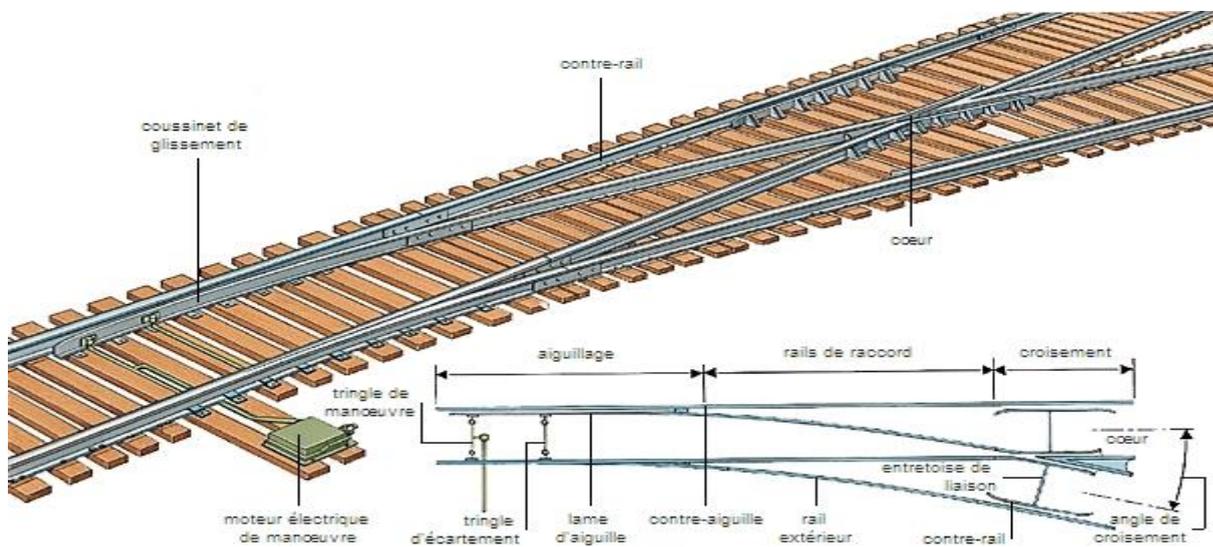


Figure 1.23 : Branchement double.

c) Branchement Junction double :

Qui permet la traverse d'une voie par une autre voie la sécurité du guidage des roués et assure par les contre rails, places à l'intérieur et oppose au droit de chacune des lacunes créées des ornières au passage des bougies des roués.



Figure 1.24 : Branchement Junction double.

5- Caractéristiques géométrique de la voie ferrée :

Pour entrer dans le détail, on doit d'abord savoir les particularités des organes de roulement des véhicules qui déterminent essentiellement le dispositif de la voie. Il est constitué d'un système de bogie ou d'empattement contenant des essieux. Ainsi, chaque essieu comporte deux (2) roues, chaque corps de roue est engendré par un cercle de roulement et d'un boudin. Le boudin est une sailli sur la roue des matériels roulant garantissant son maintien sur les rails. L'emmanchement T doit être constant pour un véhicule. A Algérie cette T est de 925mm pour une voie de 1435mm d'écartement.

Un bogie, c'est un système composé de plusieurs essieux. En générale, les wagons comportent .un bogie à deux (2) essieux et les locomotives sont habituellement, un bogie à trois (3) essieux. L'axe des essieux d'un bogie doit être parallèle, rigide et homogène, sinon il y a risque de déraillement du matériel roulant.

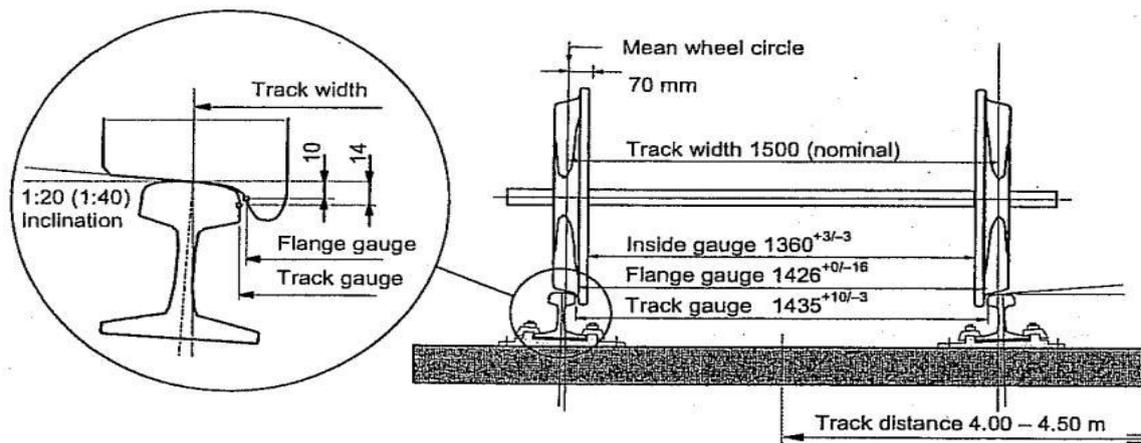


Figure 1.25 : Détails d'un essieu.

Au niveau de chaque essieu, il doit avoir une possibilité de déplacement transversal. Cette possibilité de déplacement transversale de l'essieu favorise l'abord d'un virage par le véhicule, elle diminue l'usure des rails et des roues du véhicule, dans les courbes, elle réduit la résistance au mouvement dans les virages.

6. Caractéristiques de la voie en alignement :

Une voie ferrée dans le plan est caractérisée par des alignements droits et des courbes, Pourtant, dans les alignements, les déclivités réelles peuvent atteindre la valeur maximale, On appelle "écartement" une distance parallèle au plan de roulement et entre les deux files limitées par les champignons. En alignement droit, ces écartements de la voie à une valeur

constante et cette valeur dépendent de chaque pays. Il a pour équation : $S_o = Cte \pm \Delta$

Avec : S_o : écartement normal de la voie en alignement (en mm).

Δ : variation selon les pays (en mm).

Voici quelques écartements de la voie dans le monde : Dans certains pays franco phone

D'Afrique : $S_o = 1067 \pm \Delta + 4$

En Europe : $S_o = 1435 \pm \Delta + 6$

En Russie : $S_o = 1520 \pm \Delta + 6$

En Japon : $S_o = 1200 \pm \Delta + 4$

En Algérie : $S_o = 1435 \pm \Delta + 4$

On constate que l'écartement de la voie diffère selon le pays, ce qui montre la continuité de la circulation ferroviaire pour les pays voisins. Pour y remédier, les pays avancés ont adopté diverses solutions techniques : comme utilisation des bogies à écartement variable et le changement de bogies afin d'assurer la liaison. Dans un alignement droit, les rails sont disposés avec une inclinaison vers l'intérieure d'un angle dont la tangente est égale $1/18$. Les rails aussi doivent être disposés sur un même niveau. Entre le champignon du rail et le boudin, il y a une espace vide, noté δ , qui est nécessaire pour :

- Faciliter le mouvement des matériels roulant ;
- Diminuer la résistance au mouvement qui peut provoquer l'usure rapide des rails et de la roue d'un véhicule.

7. Caractéristique de la voie en courbe :

Condition d'inscription du matériel roulant dans une courbe :

Dans une courbe de rayon R, deux (2) bogies d'un même véhicule espacé d'une longueur peuvent tourner d'un angle α de part et d'autre de leur position normale telle que :

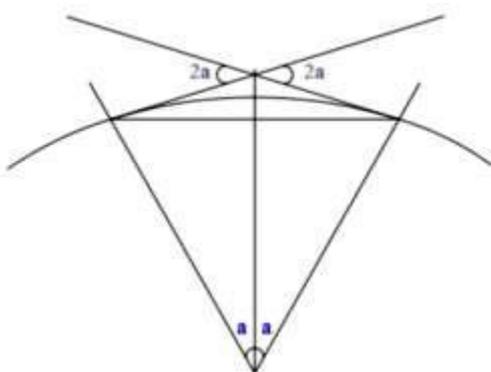


Figure 1.26 : Rotation de la position dans une courbe.

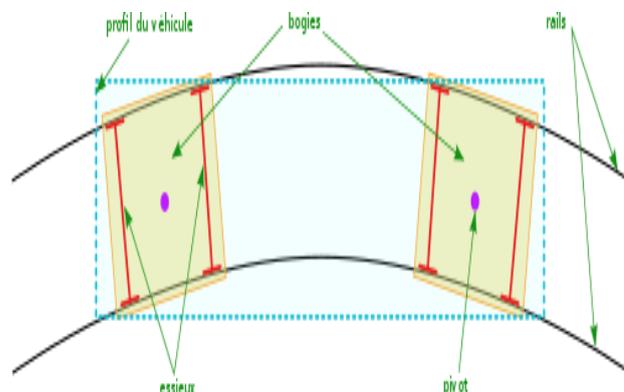


Figure 1.27 : Inscription d'un bogie dans une courbe.

Cette relation donne les conditions de circulation à bogie dans les courbes de faible rayon. Pour qu'un véhicule donné puisse s'inscrire dans une courbe, il faut que les fuseaux ait placé entre les deux (2) cercles représentant le rail extérieur et le rail intérieur de la courbe (voir figure ci-dessus).

Rappelons que le plan de roulement d'un véhicule est le plan horizontal tangent au cercle de roulement établi à 70mm de la face intérieure de tangent. Le plan directeur est situé à 10mm du plan de roulement. La section du boudin par ce plan directeur est d'une courbe en forme d'ellipse appelée "fuseau", ici, nous la représentons par un rectangle.

Dans le cas d'un véhicule à deux (2) essieux, sur ce schéma, les fuseaux sont situés au sommet du quadrilatère **aa' bb'**. Les points de contacts déterminant l'inscription sont les points **AA'BB'**. Pour que ce matériel puisse s'inscrire dans une courbe donnée, il faut essayer de placer les points **AA'BB'** entre les deux (2) files de rails. Il faut encore que α , l'angle d'attaque que fait la roue avec le rail, ne dépasse pas une certaine valeur sinon la roue risque de monter sur le rail. Cet angle $\alpha \leq 2^{\circ}30$ et exceptionnel 3° .

Un véhicule est caractérisé par son empattement (distance entraxe des essieux) et la longueur des fuseaux de Bandages.

Le véhicule s'inscrit formellement dans les courbes, si on augmente la largeur de la voie quand le rayon diminue.

Si **EFGH** est le contour extérieur du véhicule, on remarque que dans une courbe de faible rayon, les sommets **EH** peuvent sortir du gabarit extérieur de la voie, ils forment des saillies extérieures. On distingue quatre (4) particularités des voies dans les courbes :

- Le sur écartement.
- L'existence des dévers dans les courbes.
- Le raccordement des courbes.
- Pose des rails courts dans la file intérieure.

7.1 .Le sur écartement de la voie :

Dans les courbes, l'écartement de voie varie en fonction du rayon de courbure de façon à faciliter l'inscription du matériel roulant dans la courbe.

L'écartement optimal de la voie s'acquiert par l'inscription libre du matériel roulant où l'on examinera la moindre résistance au mouvement et l'usure des rails et des roues, Par conséquent l'écartement minimal s'obtient par l'inscription non coincée du matériel roulant dans la courbe.

7.2. Les devers :

Les devers sont le rehaussement de la file extérieure du rail pour assurer la stabilité des véhicules dans les courbes. Ces devers **D** sont en fonction du rayon de courbure de la courbe et de la vitesse d'inscription du véhicule.

Le véhicule roulant à une vitesse uniforme **V** est soumis, à part son poids, à une force centrifuge :

$$F = mV^2/R$$

La résultante de ces deux (2) forces par rapport l'angle α , tel que : $\text{tg } \alpha = V^2/GR$

Ainsi, le devers est donné par la relation suivante : $D = EV^2/GR$

Avec : **E** : écartement de la voie :

R : rayon de courbure.

V : vitesse d'inscriptions du véhicule de la courbe.

G : égale 10 m/s².

Pour Algérie, l'écartement de la voie est de **1435 mm**, alors cette expression devient :

$$D = 8V^2/R$$

7.3. Raccordement des courbes :

Le rayon minimal des courbes circulaires du tracé de la voie est proposé, sauf transformation ultérieure, par le cahier des charges de construction de la voie.

La longueur minimum d'un alignement entre deux (2) courbes circulaires de sens contraires est aussi fixée par le cahier des charges. Pourtant, pour la construction des nouvelles voies, cette distance ne doit pas être inférieure à 70 m, les alignements droits sont raccordés aux courbes circulaires par une courbe de raccordement à forme parabolique cubique.

Par conséquence, au point de tangence d'une courbe circulaire et d'un alignement, les flèches sont nulles sur l'alignement et ils prennent instantanément la valeur de la flèche de la courbe considérée. Il en résulte une sollicitation brutale du matériel roulant, génératrice de chocs.

Donc, il est nécessaire de raccorder l'alignement et la courbe circulaire par l'intermédiaire d'une parabole pour éliminer cet effet.

La courbe de raccordement parabolique étant donnée par l'équation d'une parabole cubique qui est :

$$Y = X^3/6RL$$

Dont :

Y : ordonnée de la courbe au point d'abscisse X (exprimé en m).

R : rayon de courbure circulaire (donné en m).

L : longueur de raccordement parabolique (présenté en m).

La longueur L, nécessaire pour l'exécution du raccordement du devers, est donnée par la relation suivante : $L = d/w$

Or, nous avons :

d : dévers dans la courbe considérée (en mm).

W : variation du devers par mètre de longueur de voie en mm (ou simplement mm/m).

On a pris cette variation w est égale à **2 ‰**.

L'origine de l'axe est prise au point de tangence de l'alignement et de courbe circulaire.

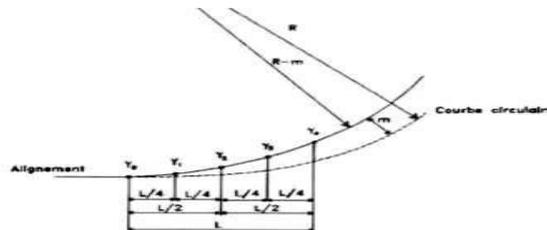


Figure 1.28 : Trace de raccordements paraboliques.

8. Pose des rails courts dans les courbes :

Dans une courbe, la longueur des deux (2) files des rails n'est pas identique. Étant donné que les joints dans les alignements droits doivent être de préférence à équerre ou concordant, alors, il est préférable aussi qu'il soit ainsi dans les courbes.

Pour cela, pour avoir cette concordance des joints dans les courbes, il faut poser des rails courts dans les files intérieures.

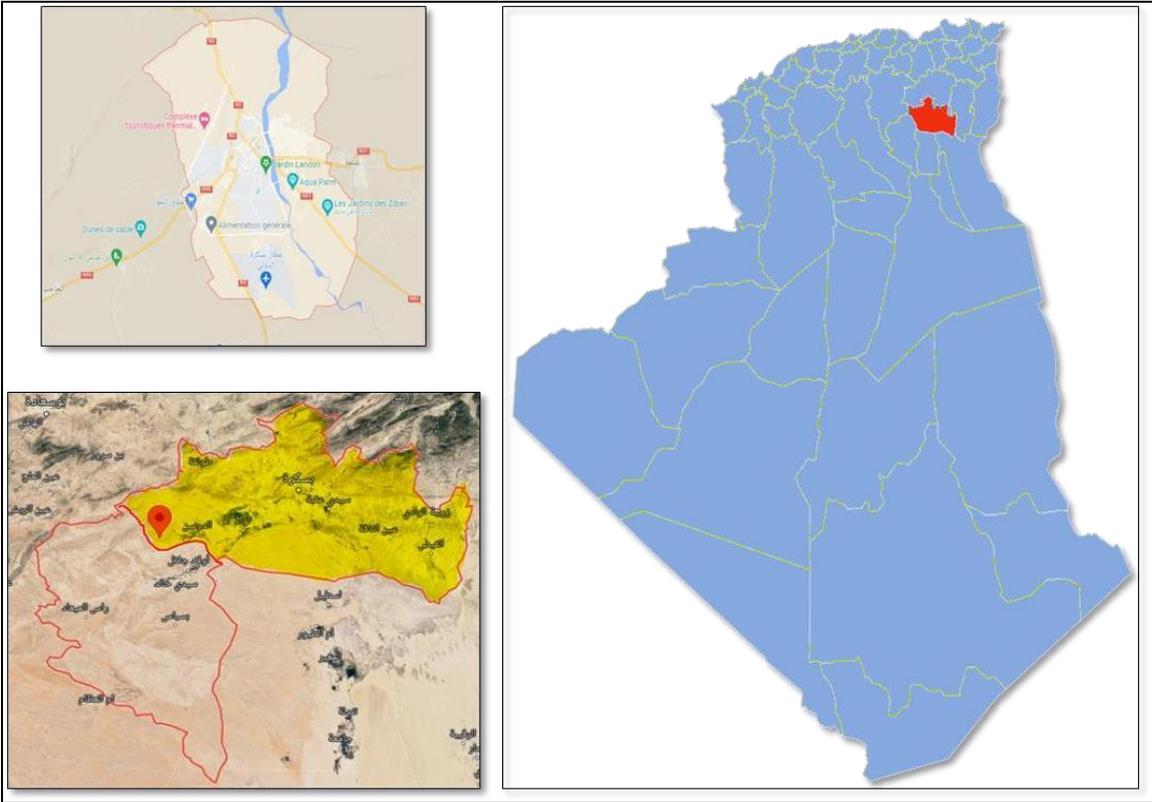
La différence moyenne de développement par rail, étant entendue que la condition d'équerrage des joints soit respectée, ce qui implique l'utilisation du même nombre de rail sur les deux (2) files.

Les rails posés sur la file extérieure sont des rails normaux de longueur standard.

9. Conclusion :

Nous avons parlé dans ce chapitre sur les éléments de base de la voie ferrée (les rails, les type de traverse, les type de fixation, ballast, les appareils de la voie et les caractéristiques de la voie), comme nous avons présenté une histoire du chemin de fer en Algérie.

CHAPITRE 2 : **PRESENTATION DU PROJET.**



1. Introduction :

Dans ce chapitre nous présentons notre projet qui a pour objet le tronçon de l'évitement de la voie ferrée de la ville de Biskra. Nous présentons du projet : la voie, les ouvrages d'art (ponts, viaduc, dalots, ouvrages busés, ...), les gares et le drainage.

2. Présentation du projet :

2.1. Localisation :

La wilaya de Biskra est localisée au sud-est de l'Algérie, elle est délimitée au nord par la wilaya de Batna, au nord-est par la wilaya de Khenchela, au nord-ouest par la wilaya de M'Sila, au sud-ouest par la wilaya de Djelfa, au sud-est par la wilaya d'El-Oued et au sud par la wilaya de Ouargla.

La ville de Biskra représente un point de passage essentiel des biens et des personnes sur la ligne ferroviaire (**El-Gourzi - Touggourt**) d'une longueur de 420 Km reliant le nord au sud du pays.

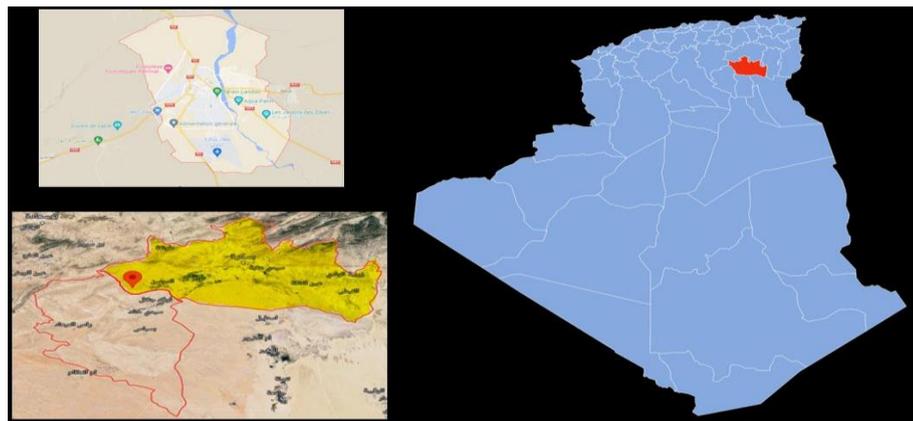


Figure 2.1 : Localisation de la wilaya de Biskra.

2.2. Fiche technique du projet

La consistance des travaux de projettes définie comme suit:

Lot 01 : Installation de chantier :

Sièges du groupement, du maitre de l'ouvrageâtes la maitrise d'œuvre, amenée du matériel, les pistes chantier, de plan d'hygiène et sécurité et plan d'intervention contre les incendies, responsable de l'hygiène et sécurité, la carrière et station de béton, fourniture et installation d'un laboratoire de chantier y compris le chef de laboratoire, repli du matériel et désinstallations déchanter.

Lot02 : préparation du terrain :**Tableau 2.1:** Préparation du terrain.

Designation des travaux	Quantité prévue de marché et AV05
Protection des réseaux souterrains	618,35 m ²
Déplacement des lignes aériennes	2815,00ml
Dépose de voie existante	11210m
Dépose d'appareil de voie	12U
Démolition d'ouvrages massifs	5000 m ³
Attache d'arbres singuliers diamètre > 20cm	2220U

Lot 03 Terrassements généraux :**Tableau 2.2:** Terrassements généraux

Designation des travaux	Quantité prévue de marché et AV05
Déblais (Y compris décapage)	1011541,787m ³
Remblais	1409073,406m ³
Couche de forme	194055m ³
Sous ballast	94047m ³
Traitement de zone saline	850ml
Traitement (remblai technique) 340H et 090A	84156,88m ³

Lot 04 Assainissement et ouvrages de drainage :**Tableau 2.3 :** Assainissement et ouvrages de drainage.

Designation des travaux	Quantité prévue de marché et AV05
Ouvrages de Drainage	34U
Drainage des gares	8 350 ml
Assainissement	29815ml

Lot 05 Travaux de voie :**Tableau 2.4 :** Travaux de voie.

Designation des travaux	Quantité prévue de marché et AV05
Voieprincipale	18000ml
Voiedeservice	23500ml
Appareildevoie	46u

Lot 06 Ouvrages d'art :**Tableau 2.5:** Ouvrages d'art.

Designation des travaux	Quantité prévue de marché et AV05
Viaduc	01u
Pontrail	06u
Pontroute	03u

Lot 07 Bâtiments des gares :**Tableau 2.6 :** Bâtiments des gares.

Designation des travaux	Quantité prévue de marché et AV05
Garevoyageurs	01B.V
Garemarchandises	06BLOCS

Lot08 Travaux de quais et annexes :**Tableau 2.7 :** Travaux de quais et annexes.

Designation des travaux	Quantité prévue de marché et AV05
QUAISDECHARGEMENT	2500ml
QUAIS	750ml
ABRISDEQUAIS	250m2
RAMPEDECHARGEMENT	200ml
COURSDEDÉBORD	6000m2
PONTBASCULE	01u
ECLAIRAGEEXTERIEURDELAGA REMARCHANDISE	01u

2.3. Historique du projet :

L'agence nationale d'étude et suivi de la réalisation des investissements ferroviaires (A.N.E.S.R.I.F), a confié au groupement GETINSA-SETIRAIL-SAETI l'étude du Contournement et aménagement des installations ferroviaires de la ville de Biskra (ligne ferroviaire El-Gourzi-Touggourt).

Les missions à développer sont les suivantes :

- ❖ Révisions de l'Etude Préliminaire précédente : réalisation d'une nouvelle Etude préliminaire.
- ❖ Etude d'avant-projet Sommaire (APS).
- ❖ Etude d'avant-projet détaillé (APD).
- ❖ Dossier de consultation d'entreprises (DCE).

En Aout de l'année 2007, le groupement GETINSA-SETIRAIL-SAETI a remis le document Avant-projet Sommaire suite aux études géotechnique et topographique dans lequel a été effectuée une étude du tracé choisi et d'ouvrages de drainage ainsi que l'élaboration des plan et des descriptifs technique des éléments constitutifs des voies, des accès aux installations, des ouvrages d'arts, des gares de voyageurs et de marchandises, de la signalisation et de la télécommunication.

Dans le présent document Avant-projet détaillé sont développés par rapport au tracé choisi par l'A.N.E.S.R.I.F. les moyens humains et matériels à mettre en œuvre pour la réalisation du projet.

2.3.1. Intervenants du projet :

Le chef de file du groupement des entreprises **GET CVB** est **INFRARAIL**.

Le chef de file du groupement des bureaux d'études **GSSC** est **SAETI**.

* Le partage du groupement des entreprises **GET CVB** du projet est comme suit:

- ❖ Installation de chantier (**GET CVB**).
- ❖ Travaux de voie et travaux de quais et annexes (**INFRARAIL**).
- ❖ Préparation du terrain, terrassements généraux et assainissement (**EPTPC**).
- ❖ Ouvrages d'art et ouvrages de drainage (**SERO -EST**).
- ❖ Bâtiments des gares (marchandises et voyageurs) (**BATIMETAL**).

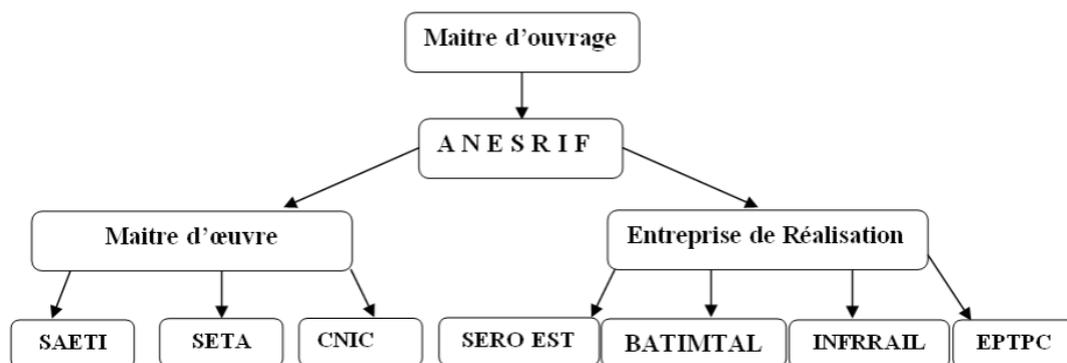


Figure 2.2 : schéma représentatif des intervenants du projet contournement ferroviaire de Biskra.

* Le partage du groupement des bureaux d'études GSSC du projet est comme suit:

Mission I / Approbation des études d'exécution (SAETI).

Mission II / Suivi et contrôle des travaux :

- ❖ Suivi et contrôle des travaux (Installation de chantier, préparation du terrain, terrassements généraux et assainissement et Travaux de voie et travaux de quais et annexes) (SAETI).
- ❖ Suivi et contrôle des travaux (Ouvrages d'art et ouvrages de drainage)(SETA).
- ❖ Suivi et contrôle des travaux Bâtiment des gares (marchandises et voyageurs) (CNIC).

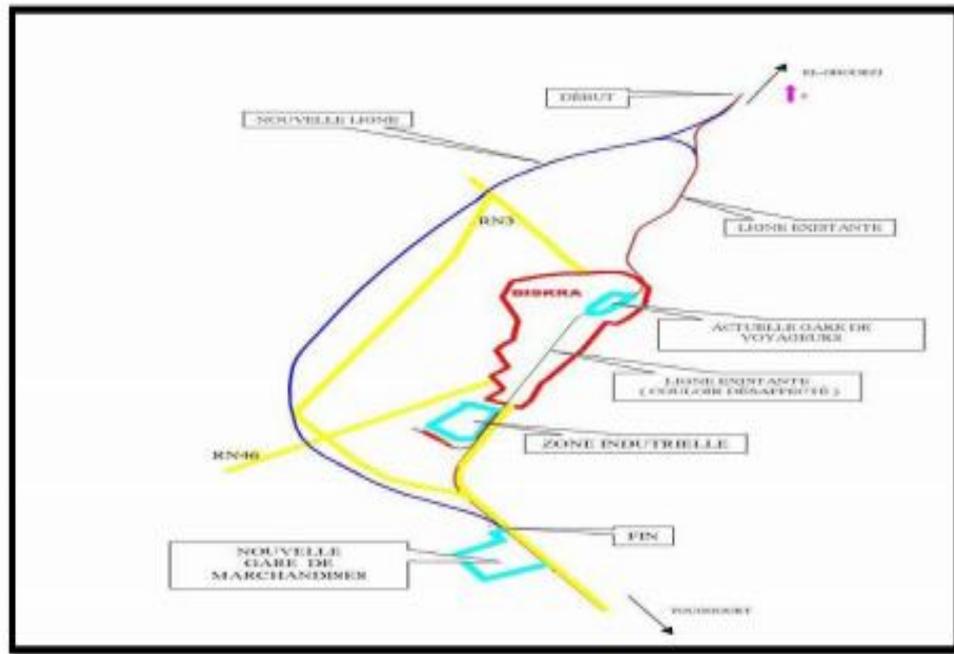


Figure 2.3 : Le tracé du projet de contournement de la voie ferrée.

2.3.2 Objectifs du projet

L'objectif du projet :

Le contournement et le réaménagement des installations ferroviaires de la ville de Biskra s'inscrit dans le cadre du plan directeur d'aménagement et d'urbanisation de cette ville.

- La situation de la ville sur cet important axe ferroviaire Nord – Sud du pays, et sa croissance constante en tant que centre d'activité commerciale rendant nécessaire l'augmentation de la fréquence et de la vitesse commerciale de l'offre ferroviaire actuelle.

- La confluence à Biskra de plusieurs routes nationales (RN-03, RN-31, RN-46, et RN-83). L'impact du projet sur le plan socio-économique et environnemental.

Il y a deux genres d'impact :

❖ **Impacts positifs:**

Le projet du contournement et la réalisation d'une gare de marchandises permettra de :

- Réduire le nombre de trains circulant à l'intérieur de l'espace urbain de la ville de Biskra.
- Réduire les gênes sonores et les risques pour la sécurité des riverains proches de la Gare ainsi que pour les passagers.
- Gagner de l'espace à l'intérieur de l'actuelle gare de Biskra.

❖ Impacts négatifs :

Impacts potentiels liés aux travaux du contournement (système hydrologique, qualité des eaux, stabilité des sols, accentuation du phénomène d'érosion, création de zones de dépôt qui présentent une gêne temporaire pour les habitations, pollution causée par les matériaux, perte des terrains agricoles, etc.

3. Description générale :

Dans le cadre de la mission d'étude « Contournement et aménagement des installations ferroviaires de la ville de Biskra (ligne ferroviaire El Ghourzi –Touggourt) Avant-projet Détaillé » dans le présent document est définie une ligne ferroviaire à voie unique pour voyageurs en prévoyant dans le dimensionnement des infrastructures la future électrification de la ligne.



Figure 2.4: la voie ferrée de Biskra.

L'origine du tracé (PK 00+000) se trouve au P.K. 195+000 de la ligne ferroviaire reliant El Ghourzi à Touggourt. Le tracé du projet contourne la ville de Biskra par l'Ouest sur une longueur de 16+466 kilomètres pour se connecter sur la voie existante au Sud de la ville de Biskra. Le tracé se termine dans la future gare de marchandises en aval de la connexion de la ligne projetée avec la ligne existante venant de la zone industrielle au P.K. 18+840. Le départ du projet se situe au Nord de la ville de Biskra au P.K. 19+000 de la ligne actuelle. Après un bref parcours sur la plateforme existante, le tracé prend la direction du Sud-ouest pour commencer le contournement de la ville.

Dans cette zone le tracé passe près de la nouvelle zone de Décharge contrôlée en construction, sans l'affecter directement. On évite aussi tout impact sur les installations du parc de loisirs 'Arqua Park'. Ensuite, au P.K 04+555, le projet croise le tracé de la route RN- 03, le rétablissement de cet axe routier est

projeté par la réalisation de deux ponts routiers, un ouvrage par sens de circulation. A partir de ce point, le projet poursuit son parcours vers le Sud en longeant le tracé de la rocade routière de la ville, la RN-03, de façon à ce que l'emprise foncière entre cette infrastructure routière et le nouveau tracé ferroviaire soit compatible avec le plan De développement urbanistique de la Wilaya de Biskra, qui prévoit la réalisation d'un hôtel. En continuant le tracé dans la direction Sud, on croise divers oueds que l'on franchit au moyen de travaux de drainage transversaux.

Aux alentours du P.K 7+935, on croise un chemin local pour lequel on prévoit Le franchissement au moyen d'un passage supérieur.

A continuation de la succession des oueds de taille moyenne, un chemin rural dégradé sera franchi au moyen d'un passage inférieur au P.K 11+470, cadre de 8×5,5 mètres.

Ensuite, le tracé se rapproche de la zone Sud-ouest de la ville de Biskra, où le tracé est contraint aux conditions les plus restrictive Il convient de souligner entre autre, l'orographie, les installations industrielles.

Les infrastructures routières et les prévisions de service. Au P.K.13+800, on prévoit la construction d'une future station d'autobus que le tracé doit respecter. Par conséquent, les installations industrielles associées à la briqueterie située entre le P. K11+600 et 12+000 sont modérément affectées.

Aux alentours du P.K11+600 et P.K11+800, le tracé se poursuit entre la zone de stockage des matériaux (situé dans la marge droite) et la briqueterie (marge gauche). Pour minimiser les affectations aux travaux de production, la structure pont-rail au P.K11+800 est projetée avec une longueur de 20 mètres ce qui permettra la circulation des machines et personnel associés aux ouvrages de production de l'industrie entre les installations mentionnées par la route d'accès maintenue.

Par la suite, le tracé traverse la zone de relief la plus élevée en altitude et la plus accidentée du parcours.

Aux alentours du P. K12+200 (marge droite), le tracé rencontre la plateforme en terrassement qui constitue actuellement un site d'activité associé à la briqueterie. On projette donc un passage supérieur au P. K12+200 afin de maintenir la communication entre les marges.

Ensuite, depuis le point le plus élevé du tracé le tracé débute une descente pour traverser en remblai la vallée.

Le franchissement de la route RN-46 et des oueds proches est résolu au moyen d'un pont-rail. P.K 12+670 de 180 mètres de longueur.

Puis le tracé se dirige dans la direction Sud-est et commence à approcher du tracé de l'actuelle ligne ferroviaire. Dans cette zone, le tracé croise de nombreux chemins agricoles de taille moyenne.

On prévoit le maintien de la communication entre les deux marges par la réalisation de deux passages supérieurs au P.K 13+825 et 15+025. Aux alentours du P.K 16+466 le tracé se connecte avec la ligne actuelle où l'on prévoit la construction d'une nouvelle station de marchandises sur la côté droit jusqu'à la fin du tracé au P. K18+840.

La connexion actuelle avec l'installation industrielle de l'entreprise Naftal située u sud De Biskra sera rétablie correctement (limitant la communication en direction du Sud, et utilisant pour la communication vers le Nord le passage obligatoire pour la gare Marchandises).

4. Caractéristiques de la voie :

4.1. Caractéristique technique :

- Largeur de voie : $E = 1,435$ m

4.1.1. Vitesse admissible en voie Générales :

- Vitesse maximale de circulation : $V_{max} = 180$ km/h (Moins de 160 km/h en raccordement sur la voie existante)

- Vitesse minimale de circulation : $V_{min} = 100$ km/h

4.1.2. Rayon minimal :

$R_{max} = 1275$ m en voie générale projetée

$R_{min} = 300$ m en voie raccordement Nord

4.1.3. Profil en long :

Dans la définition du profil en long, ont été les limitations suivantes : Inclination maximale :

- 16 ‰ (pleine voie).

- 0 ‰ (gares).

4.1.4. Section type :

Les caractéristiques géométriques des sections type à adopter pour les voies générales sont les suivantes :

- Type de ligne : Voie unique (future électrifications) ;

- Ecartement de la voie : 1,435 m.

- Entraxe :4,20 m.

- Largeur de la plate-forme :8.0 m. (plateformes pour voie unique)

- Pente latérale de la plate-forme :4%.

- Epaisseur de ballast :0,30 m.

- Epaisseur de couche de sous ballast :0,30 m.

- Epaisseur de couche de forme :0,50 m.

- Distance axe voie- axe caténaire :3,25 m.

4.2. Caractéristique physique :

- Déblais :818 485 m³.

- Remblais :1 153 076 m³.

- Couche de forme et sous ballast :288 100 m³.

- Sous ballast:94 047 m³.

- Ballast:.....81095 m³
- Pose de voie :.....UIC 54 83500 ml
- Ouvrages d'art (01 viaduc de 180 ml, 02 ponts rail et 05 ponts route).
- Gare voyageurs (R+1) :933 m²
- Gare marchandise :3532 m²

4.3. Superstructure de la voie :

Le matériel de voie prévu pour la ligne en étude sera le suivant :

- Rail UIC 54.
- Traverse Bi bloc B440 (anciennement VAX U31) pour rail UIC 54 (pleine voie, voie de gare).
- Appareils de voie UIC541901:7, UIC 545001:12.
- Traverse : Bi bloc B440 pour rail UIC 54 et Bois pour appareils de voie.
- Appareils de voie : 1/9 UIC 54-190 = **25U** et 1/12 UIC 54-500 = **16 U**.

5. Les ouvrages d'art :

Les travaux singuliers du tronçon sont les suivants :

3 pont route, 5 pont rail et viaduc rail

5.1. Les ponts route:

- * Pont route PK 4+555:
- * A cause de la coupe d'une route nationale R.N 03.
- * Longueur 49.62 m.

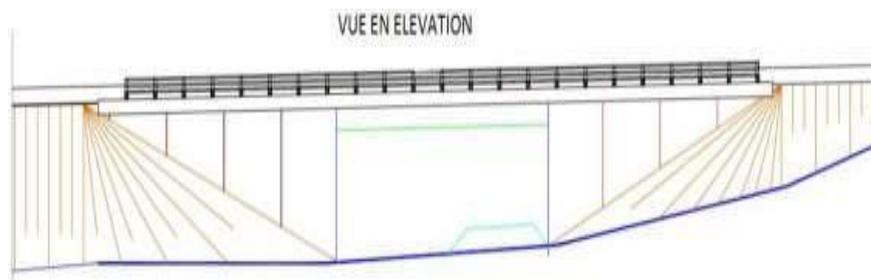


Figure 2.5: Pont route au P.K 4+555.

- * Pont route PK 7+930 :
- * A cause zone militaire.
- * Longueur 48.60 m.

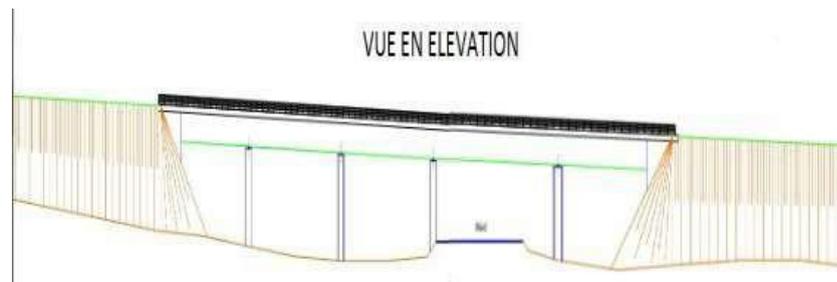


Figure 2.6 : Pont route PK 7 + 930

- * Pont route PK 15+025 :
- * Traversée en zone agricole
- * Longueur 46.50 m.

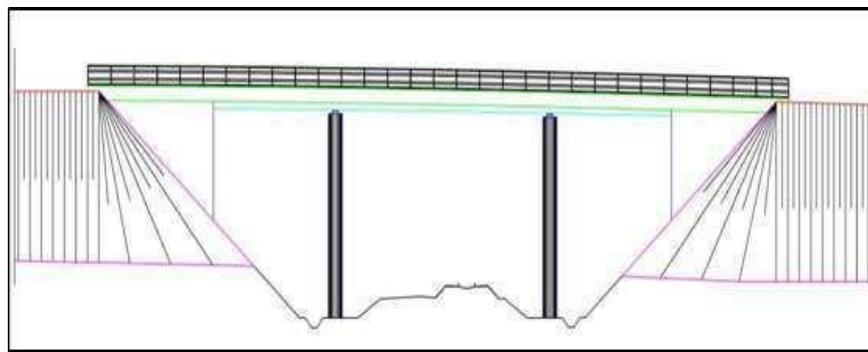


Figure : 2.7 : Pont route P.K 15+025.

5.2. Les ponts rails

- * Pont rail PK 11+470 :
- * Type pont cadre.
- * Traverser sur une route menant à un quartier résidentiel.
- * Longueur : 17 m.

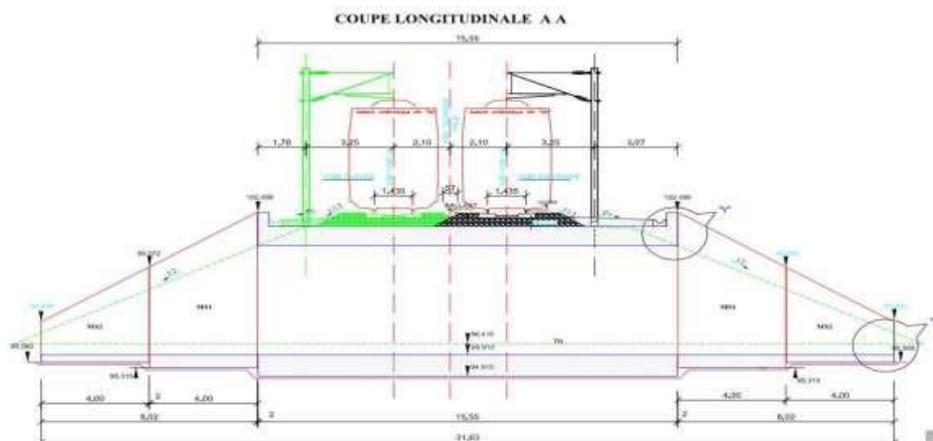


Figure 2.8 : Pont rail PK 11+470.

- * Pont rail PK 11+572 :
- * À cause d'une rivière

* Longueur 58.00 m.

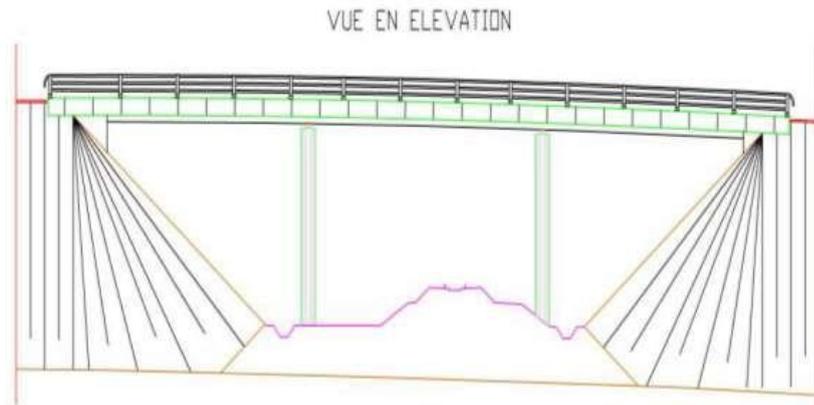


Figure 2.9 : Pont rail P.K 11+572.

* Pont rail 11+830 :

* À cause du passage d'un chemin de fer sur groupe AMOURI

* Longueur 43.75 m.

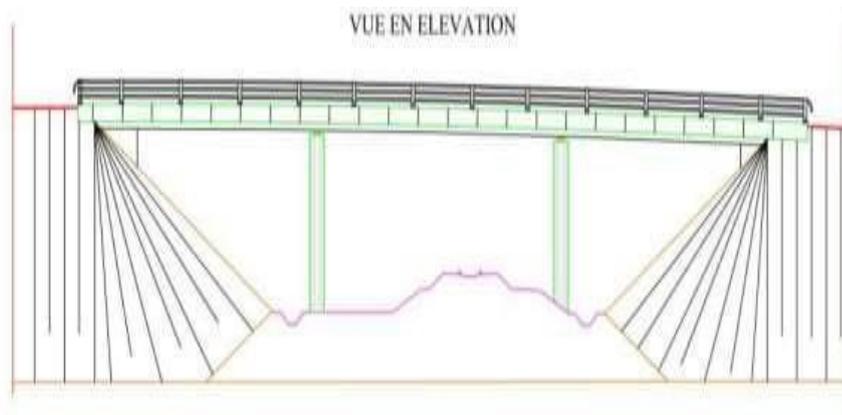


Figure 2.10 : Pont rail PK 11+830

* Pont rail 12+169.

* Type pont cadre.

* À cause d'une rivière.

* Longueur 13.20 m.

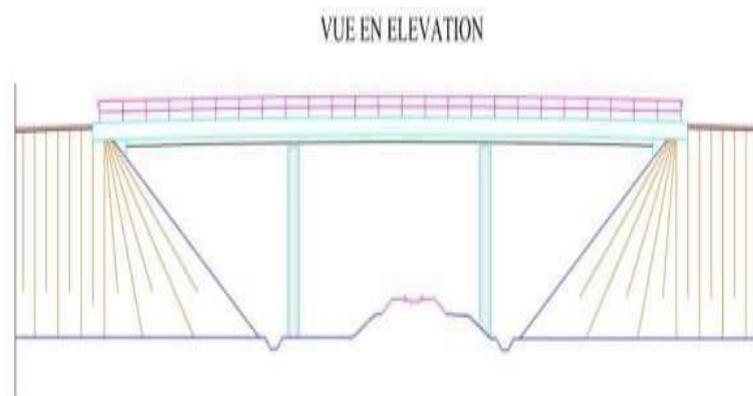


Figure 2.11 : Pont rail P.K 12+169

- * Pont rail PK13+575 :
- * Traversée en zone agricole.
- * Type pont cadre.
- * Longueur 17.92 m.

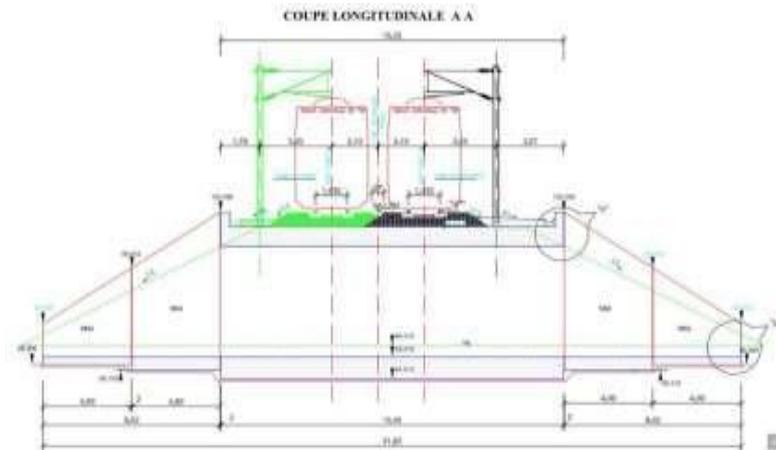


Figure 2.12 : Pont rail P.K 13+575

- * Viaduc rail PK 12+670 :
- * A cause de la coupe d'une route nationale R.N 46.
- * Longueur 160.00 m.



Figure 2.13 : viaduc PK 12+670.

6. Les Gares ferroviaires :

La ville de Biskra représente un point de passage essentiel des biens et des personnes sur la ligne El-Ghourzi- Touggourt d'une longueur de 420 kilomètres reliant le Nord au sud du pays.

Par conséquent, il est nécessaire d'entreprendre les travaux suivants :

- Construction d'une nouvelle gare de (suite à la visite de Mr le Ministre a la wilaya de Biskra en date du 20/01/2015 il a été décidé de déplacé la gare de voyageur en attendant la vie toujours des autorités pour le choix du terrain).
- Construction d'une nouvelle gare au sud de la ville, destinée exclusivement aux services de marchandises, à un emplacement près de la zone d'activité industrielle de Biskra. Par la suite, un schéma

des ces procédures est présenté.

6.1. Gare de voyageurs de Biskra :

Suite à la visite de M le Ministre a la wilaya de Biskra en date du 20/01/2015 il a été décidé déplacé la gare de voyageur en attend toujours la vie des autorités pour le choix du terrain.

Ce plan schématique présente les réalisations urbanistique permettant d'implanter dans les abords extérieurs du bâtiment de la gare un espace esplanade piéton face à l'entrée principale du futur bâtiment de voyageurs, un parc de stationnement pour les véhicules (disposant de place pour les personnes handicapées et à mobilité réduite) possiblement extensible en cas de nécessité, des points de stationnement pour les cycles, ne plateforme de desserte pour les autobus (qui peut se voir dotée d'un arrêt propre au service futur des lignes interurbaines basées dans la gare routière au Sud de la ville de Biskra il s'agit d'un bâtiment Voyageur à R+1 d'une surface totale de 928 m².

- 3 quais de dimensions 250 mètres par 6 mètres seront aménagés.



Figure 2.14 : La future gare de voyageurs de Biskra.

6.2. Gare de marchandises de Biskra :

La gare de marchandises sera implantée sur des terrains accueillant actuellement des palmeraies le long de la ligne de chemin de fer existante au sud de la ville de Biskra en aval de l'appareillage de voie permettant d'accéder aux voies desservant la zone industrielle au sud de l'agglomération. La base de partition du schéma fonctionnel considéré correspond à la création conque dans l'étude Préliminaire précédent auquel s'ajoutent les considérations spécifiques manifestées par l'A.N.E.S.R.I.F. durant le développement des travaux la gare de marchandises est constituée :

6.2.1. Bâtiment administratif :

Le bâtiment administratif est conçu en rez-de-chaussée, la surface bâtie = 200 m².

6.2.2. Bâtiment de service :

* Le bâtiment de service est conçu en Rez-de-chaussée, de forme géométrique rectangulaire et doté d'une hauteur sous plafond de 3.00 mètres.

* La surface bâtie = 180 m².

6.2.3. Poste de contrôle :

Le poste de contrôle est conçu à ossature poteaux/poutres de hauteur libre 2,91 mètres sous plafond et de surfaces totales 379 m².

6.2.4. Poste d'entretien des locomotives :

Le poste d'entretien des locomotives est conçu en un seul niveau (double hauteur), de forme géométrique rectangulaire et comporte une fosse de visite avec trois voies et des bureaux technique, la surface bâtie = 800 m².

6.2.5. Poste d'entretien des voitures :

Le poste d'entretien des voitures est conçu en un seul niveau (double hauteur), de forme géométrique rectangulaire et comporte une fosse de visite avec trois voies et des bureaux techniques, la surface bâtie = 1000 m².

6.2.6. Hall de stockage :

La halle de stockage est conçue en un seul niveau (double hauteur), de forme géométrique rectangulaire et comporte des bureaux techniques, la halle de stockage, des douches et des toilettes, la surface bâtie = 600 m².

7. Drainage :

Les bassins interceptés par le tracé ont été étudiés. La dimension des ouvrages de drainage nécessaires a été calculée à partir des caractéristiques des paramètres de bassins versants des Oueds traversant la nouvelle voie ferrée et des précipitations maximales dans chaque cas. Pour quelques bassins, une continuité est donnée au lit au moyen de la structure projetée, étant déjà un viaduc. Un pont ou un passage inférieur.

8. Conclusion.

Ce projet comprend la construction et la réalisation de :

3 ponts rail dont un viaduc de 180 ml, 05 ponts routiers, gare de voyageurs R+1, gare de marchandise (contient : bâtiment administratif, bâtiment de service, poste de contrôle, poste d'entretien de locomotives, poste d'entretien des voitures et halle de stockage) et des ouvrages hydrauliques (14 dalots et 21 ouvrages busés).

CHAPITRE 3 :

Réalisation du tronçon et son environnement

1. Introduction :

La ville de Biskra se situe dans le tiers Nord-est de l'Algérie, à environ 230 Km à l'Ouest de la frontière avec la Tunisie et à une distance similaire du littoral méditerranéen.

Cette ville représente un point de passage essentiel des biens et des personnes sur la ligne El-Ghourzi/Touggourt d'une longueur de 420 km reliant le Nord au Sud du pays. Cependant, cette ligne est un obstacle important pour la perméabilité transversale de la ville.

Les motifs essentiels qui ont conduit à la nécessité de concevoir une voie de contournement de la ville de Biskra sont les suivants :

- Le contournement et le réaménagement des installations ferroviaires de la ville de Biskra s'inscrit dans le cadre du plan directeur d'aménagement et d'urbanisation de cette ville.
- La situation de la ville sur cet important axe ferroviaire Nord – Sud du pays, et sa croissance constante en tant que centre d'activité commercial rendant nécessaire l'augmentation de la fréquence et de la vitesse commerciale de l'offre ferroviaire actuelle.
- La confluence à Biskra de plusieurs routes nationales (RN 03, RN 31, RN 46, et RN 83), dont le trafic subit un développement significatif, favorisent cette croissance économique.

Par conséquent, il est nécessaire d'entreprendre les travaux suivants :

- Exécution d'un nouveau couloir ferroviaire dans la périphérie de la ville.
- Récupération du couloir actuel pour la ville, entre la zone industrielle de NAFTAL et la gare de voyageurs.
- Remaniement de la gare de voyageurs actuelle pour la convertir en un centre intermodal de transport de voyageurs (chemin de fer, autobus urbains et autobus interurbains).
- Construction d'une nouvelle gare au sud de la ville, destinée exclusivement aux services de marchandises, à un emplacement près de la zone d'activité industrielle de Biskra.

2. description du tracé

2.1. Tracé en plan :

L'origine du tracé (P.K. 0+000) se trouve au nord de la ville de Biskra (Point Kilométrique «P.K.» 195+000 de la ligne ferroviaire reliant El Gourzi à Touggourt). Le tracé nouveau du projet contourne la ville de Biskra par l'Ouest pour se connecter à nouveau sur la voie existante au Sud de la ville dans la future gare de marchandises au P.K. 18+842.

Après un bref parcours sur la plateforme existante, le tracé prend la direction du Sud-ouest pour commencer le contournement de la ville par une courbe de rayon $R = 1.275$ m sur une longueur de 1.000 m.

Au P.K. 2+400 la voie de raccordement projetée avec la ligne existante venant de la gare de voyageurs de Biskra se connecte sur la ligne ferroviaire principale du projet par un tracé comportant deux courbes de rayon $R = 300$ m de longueur 390 m et de rayon $R = 1.300$ m de longueur 500 m.

Dans cette zone le tracé effectue une courbe de rayon $R = 1.700$ m sur une longueur de 1.670 m et passe ainsi près de la nouvelle zone de décharge contrôlée en construction sans l'affecter directement ; il évite aussi tout impact sur les installations du parc de loisirs "Aquapark".

Ensuite, le tracé passe par un alignement droit de longueur 4.570 m.

Au P.K. 4+555, le projet croise le tracé de la route RN 03, le rétablissement de cet axe routier est projeté par la réalisation de deux ponts routiers, un ouvrage par sens de circulation, de longueur 41.6 m.

A partir de ce point, le projet poursuit son parcours vers le Sud en longeant le tracé de la rocade routière de la ville, la RN-03, de façon à ce que l'emprise foncière entre cette infrastructure routière et le nouveau tracé ferroviaire soit compatible avec le plan de développement urbanistique de la Wilaya de Biskra, qui prévoit la réalisation d'un hôtel.

Ensuite le tracé croise divers oueds que l'on franchit au moyen de travaux de drainage transversaux.

Aux alentours du P.K. 7+935, on croise un chemin local pour lequel on prévoit le franchissement au moyen d'un passage supérieur de longueur 46.5 m.

Après cette succession de oueds de taille moyenne, le tracé effectue une courbe de rayon $R=1.700$ m sur une longueur de 1.070 m, puis suit un alignement droit de longueur 965 m durant lequel il franchit un chemin rural dégradé au moyen d'un passage inférieur au P.K. 11+470, cadre de 8×5.5 m.

Ensuite, le tracé se rapproche de la zone Sud-ouest de la ville de Biskra, où le tracé est contraint aux conditions les plus restrictives. Il convient de souligner entre autre, l'orographie, les installations industrielles, les infrastructures routières et les prévisions de service. Il suit alors une courbe de rayon $R = 2.400$ m sur une longueur de 1.922 m.

Au P.K. 13+800 le tracé doit éviter une gare routière actuellement en construction et par conséquent les installations industrielles associées à la briqueterie située entre le P.K. 11+600 et 12+000 sont modérément affectées. Aux alentours des P.K. 11+600 et 11+800, le tracé traverse la zone de stockage des matériaux (situé du côté droit) et la briqueterie (coté gauche). Pour minimiser les dommages que risquent les travaux de production, un ouvrage d'art type pont-rail est projetée au P.K. 11+800 avec une longueur de 20 m. Cet ouvrage permettra de rétablir la circulation des machines et du personnel associé aux travaux de production entre le pôle industriel et la zone de stockage.

Par la suite, le tracé traverse la zone de relief le plus accidentée du parcours. Aux alentours du P.K. 12+200 (coté droit), le tracé rencontre un terrassement qui constitue actuellement un site d'activité associé à la briqueterie. On y prévoit donc un passage supérieur au P.K. 12+200 de longueur 46,5 m afin de maintenir la communication entre les deux cotés.

Ensuite, depuis le point le plus élevé du tracé le tracé débute une descente pour traverser en remblai la vallée suivante. Le franchissement de la route RN-46 et des oueds proches est résolu au moyen d'un pont-rail P.K. 12+670 de 180 m de longueur.

Puis le tracé suit un alignement droit sur une longueur de 1.711 m et se dirige dans la direction Sud-Est et commence à s'approcher du tracé de l'actuelle ligne ferroviaire. Dans cette zone, le tracé croise de nombreux chemins agricoles de taille moyenne. On prévoit le maintien de la communication entre les deux marges au moyen de deux passages supérieurs situés aux P.K. 13+825 et 15+025 de longueurs respectives 42.5 m et 46.5 m.

Aux alentours du P.K. 16+466 le tracé se connecte avec la ligne actuelle par une courbe de rayon $R=1.275$ m sur une longueur de 410 m où l'on prévoit la construction d'une nouvelle gare de marchandises sur le côté droit jusqu'à la fin du tracé au PK 18+840.

L'emplacement choisi pour la gare de marchandise permet de se relier avec le pôle industriel de NAFTAL tout en minimisant les parcours et en permettant, aux dépens de la nouvelle gare, de partir dans toutes les directions.

2.2. Trace en long :

Le tracé en long de l'axe du présent projet définit la cote de la voie du fil sous la future voie : Le profil en long du tracé du projet de contournement et réaménagement de la ville de Biskra suit une dénivelée globale en descente depuis la cote altimétrique 171.77 m au P.K. initial du projet (P.K. 195+000 de la ligne El Gourzi – Touggourt) jusqu'à la cote altimétrique 76.22 m au P.K. final du projet (P.K. 18+842), soit une pente moyenne de 5.07 ‰.

Le tracé en long suit initialement la pente descendante de la ligne existante puis du terrain (-14,1‰ puis -5,2‰) jusqu'au P.K. 1+197 où il entame l'ascension jusqu'au P.K. 1+649 avec une pente de 16,0‰ sur un tronçon de 385 m.

Par la suite, jusqu'au P.K. 5+525, le tracé suit une pente descendante avec des pentes qui varient entre le -6,7‰ et le 16,0 ‰ (Valeur limitée sur un tronçon de 624 m entre les P.K. 4+764 et 5+391). Entre le P.K. 5+535 et le P.K. 6+150 le tracé localement suit une pente ascendante de 5‰.

A nouveau, entre les P.K. 6+150 et 11+300 le tracé suit une pente descendante avec des pentes qui varient entre le -1,5‰ et le 16,0 ‰ (Valeur limitée sur un tronçon de 431 m entre les P.K. 6+429 et 6+860).

A partir du P.K. 11+300 jusqu'au P.K. 13+245 une pente ascendante puis une pente descendante de 15 ‰ et 16 ‰ se succèdent.

Enfin une succession de faibles pentes qui ne dépassent pas les 6,5 ‰ se succèdent.

2.3. Les Gares :

Il est prévu la desserte de la gare de Biskra par la voie existant au Nord de l'agglomération. Le bâtiment de réception des voyageurs est implanté à l'endroit de la gare existante. Il est aussi prévu la réalisation d'une nouvelle gare de marchandises au Sud de l'agglomération.

Les schémas fonctionnels des gares sont inclus par la suite.

2.3.1. Gare de voyageurs de Biskra :

Dans la gare de voyageurs de la ville de Biskra, le bâtiment actuel de la gare sera affecté à une autre activité, il est conservé de part sa qualité architecturale et sa valeur patrimoniale. Un nouveau bâtiment sera construit en R+1, dont les aménagements seront décrits plus bas dans cette partie.

Le terrain est plat, ne pose aucune contrainte pour l'implantation du bâtiment à R+1.

Toutes les autres constructions vétustes annexes seront démolies.

La configuration fonctionnelle de la gare est la suivante :

❖ Longueur utile :

• Voie A sur quai :	275 m
• Voie B sur quai :	275 m
• Voie C sur quai :	290 m
• Voie Tiroir 1 :	300 m
• Voie D sur quai :	290 m
• Voie 10 vers exploitation :	275 m
• Voie 12 vers exploitation:	215 m
• Voie Tiroir 2 :	40 m
• Voie 14 vers exploitation:	225 m
• Voie 16 vers lavage/fossé de lavage :	200 m
• Voie 18 vers dépôt :	100 m
• Voie 20 vers dépôt :	100 m.

❖ Entraxe :

• Voie A / Voie B :	4,20 m
• Voie B / Voie C :	9,30 m
• Voie C / Voie D :	4,20 m
• Voie D / Voie 10 :	9,30 m
• Voie 10 / Voie 12 :	4,20 m
• Voie 12 / Voie 14 :	4,20 m
• Voie 14 / Voie 16 :	6,00 m
• Voie 16 / Voie 18 :	18,00 m
• Voie 18 / Voie 20 :	6,00 m

Appareils de voie :

Les appareils de voie sont de type UIC54-190-1:7 (30 km/h par voie déviée), UIC 54-190-1 :9 et UIC54-500-1:12 (50 km/h par voie déviée) ce qui est suffisant pour les mouvements du matériel roulant à l'intérieur de la plage de voie de la gare de voyageurs.

Tableau 3.01 : Appareils de voie UIC54-190-1:7 (1)

APPAREIL	PK JOINT CE CONTRE-AIGUILLE	Coordonnées Joint de Contre-Aiguille (JCA)		PK COEUR	Coordonnées Coeur (JC)	
		X	Y		X	Y
1	0+674,238	749.554,770	3.860.948,690	0+695,036	749.542,720	3.860.931,730
2	0+397,766	749.498,020	3.860.876,150	0+376,958	749.510,070	3.860.893,100
3	0+398,885	749.497,370	3.860.875,240	0+412,338	749.489,540	3.860.864,240
5	0+432,040	749.478,150	3.860.848,230	0+442,553	749.472,050	3.860.839,650
7	0+030,256	749.458,420	3.860.833,430	0+043,759	749.448,630	3.860.824,230
8	0+859,354	749.447,450	3.860.797,840	0+848,831	749.453,550	3.860.806,420
9	0+537,141	749.409,679	3.860.768,995	0+547,655	749.402,022	3.860.761,777
11	0+104,137	749.404,660	3.860.782,820	0+117,640	749.394,830	3.860.773,550
13	0+921,968	749.408,306	3.860.749,148	0+932,431	749.400,648	3.860.741,930
15	0+168,656	749.357,710	3.860.738,530	0+182,158	749.347,830	3.860.729,300
17	0+118,368	749.336,030	3.860.755,640	0+131,871	749.324,430	3.860.748,770
19	0+034,161	749.310,510	3.860.699,830	0+047,653	749.300,630	3.860.690,570
21	0+187,678	749.238,650	3.860.594,990	0+201,131	749.228,830	3.860.585,730
22	1+207,531	749.200,510	3.860.553,270	1+194,028	749.210,340	3.860.562,530
24	0+377,797	749.060,460	3.860.464,120	0+364,234	749.070,230	3.860.473,380
26	0+412,338	749.035,330	3.860.440,430	0+398,835	749.045,150	3.860.449,690

Tableau 3.02: Appareils de voie type UIC54-500-1:12.

PK TALON	Coordonnées Talon (JT1)		Coordonnées Talon (JT2)		TYPE	OBSERVATIONS
	X	Y	X	Y		
0+715,833	749.530,660	3.860.914,790	749.529,290	3.860.915,850	UIC 54-500-1:12-D	P.K. AXE PRINCIPAL
0+356,171	749.522,130	3.860.910,040	749.523,500	3.860.908,980	UIC 54-500-1:12-D	P.K. AXE SECONDAIRE
0+425,891	749.481,710	3.860.853,240	749.480,230	3.860.854,460	UIC 54-190-1:7-D	P.K. AXE SECONDAIRE
0+459,179	749.462,410	3.860.826,110	749.463,970	3.860.825,130	UIC 54-190-1:9-G	P.K. AXE SECONDAIRE
0+057,262	749.438,770	3.860.814,970	749.437,560	3.860.816,450	UIC 54-190-1:7-D	P.K. AXE SECONDAIRE
0+832,216	749.463,190	3.860.819,960	749.461,630	3.860.820,940	UIC 54-190-1:9-G	P.K. AXE PRINCIPAL
0+564,280	749.389,932	3.860.750,380	749.388,747	3.860.751,785	UIC 54-190-1:9-D	P.K. AXE SECONDAIRE
0+131,142	749.385,010	3.860.764,290	749.383,800	3.860.765,780	UIC 54-190-1:7-D	P.K. AXE SECONDAIRE
0+949,107	749.388,558	3.860.730,533	749.387,373	3.860.731,938	UIC 54-190-1:9-D	P.K. AXE PRINCIPAL
0+195,661	749.338,060	3.860.720,040	749.336,850	3.860.721,530	UIC 54-190-1:7-D	P.K. AXE SECONDAIRE
0+145,374	749.312,780	3.860.741,910	749.313,870	3.860.740,330	UIC 54-190-1:7-G	P.K. AXE SECONDAIRE
0+061,166	749.290,860	3.860.681,310	749.289,650	3.860.682,790	UIC 54-190-1:7-D	P.K. AXE SECONDAIRE
0+214,684	749.219,000	3.860.576,470	749.220,410	3.860.575,170	UIC 54-190-1:7-G	P.K. AXE SECONDAIRE
1+180,526	749.220,160	3.860.571,790	749.218,750	3.860.573,090	UIC 54-190-1:7-G	P.K. AXE PRINCIPAL
0+350,792	749.080,110	3.860.482,640	749.081,320	3.860.481,160	UIC 54-190-1:7-D	P.K. AXE SECONDAIRE
0+385,332	749.054,980	3.860.458,950	749.053,570	3.860.460,250	UIC 54-190-1:7-G	P.K. AXE SECONDAIRE

Le schéma de la gare de voyageurs de Biskra est conçu avec 12 voies et 16 appareils de voie. Cette gare est configurée en cul de sac. Les trois quais de desserte de la gare de voyageurs de Biskra sont de 250 m de longueur et de 6,0 mètres de largeur, ils seront dotés d'abris de quais pour protéger les voyageurs des intempéries, au nombre de 4 par quai, aucun passage inférieur n'est prévu puisque la circulation des voyageurs entre les trains et le bâtiment voyageur peut se faire simplement par le passage sur les quais qui sont reliés après les heurtoirs des voies de desserte de quais A à D.

Le schéma d'organisation est conçu pour contenir des plages de voies de desserte des quais (voies A à D et voie 10), des voies pour l'exploitation permettant le stockage des trains, locomotives ou wagons (12, 14, voie tiroir 1 et 2), une voie de lavage (16) et des voies de dépôt (18 et 20). Les voies actuelles seront déposées jusqu'à l'appareil de voie 1.

La voie principale A permet l'accès des trains depuis la voie unique actuelle (dont le tracé existant est conservé entre le raccord sur le contournement au point initial du projet et l'entrée en gare de voyageurs de Biskra) vers les quais de la gare nouvelle ou les voies de dépôt et de nettoyage.

Les trains provenant de la voie unique en direction de la gare de voyageurs peuvent desservir les voies A et B qui donnent accès aux quais. Ces deux voies sont reliées par un changement de voie constitué à l'aide des appareils de voie 21 et 22 (UIC 1/7). De plus, l'appareil de voie 13 (UIC 1/9) permet aux trains la circulation entre la voie principale et les voies A ou B.

Les mêmes trains peuvent aussi en employant le changement de voie constitué par les appareils de voie 1 et 2 (UIC 1/12) donner accès aux voies C et D permettant la desserte des quais. De plus, l'appareil de voie 11 (UIC 1/12) permet aux trains la circulation entre la voie principale et les voies C ou D.

Les mêmes trains peuvent accéder aux voies 10 à 20 en employant le changement de voie constitué par les appareils de voie 1 et 2 (UIC 1/12) puis l'appareil de voie 3 (UIC 1/7) pour donner accès aux voies de stockage, de lavage ou dépôt, en fin les appareils de voie 7 puis 11, 15, 17, 19, 24 et 26.

La voie C est fondamentale pour le lien entre les plages de voies pour la desserte des quais et celles pour le stockage, l'entretien et le dépôt du matériel roulant.

La voie C est dotée d'une voie tiroir d'exploitation, voie tiroir 1, parallèle à la voie principale dans le prolongement de l'appareil de voie 2 (UIC 1/12), facilitant le mouvement du matériel roulant entre les voies A à D permettant la desserte des quais (pour les voies A et B en employant le changement de voie constitué par les appareils de voie 5 et 8 (UIC 1/9) et les voies 10 à 20, en recourant à un changement de sens dans le tiroir d'exploitation en

prolongement de cette voie C, ce la sans affecter la voie principale puis passer par l'appareil de voie 3 (UIC 1/7) pour accéder aux voies 10 à 20.

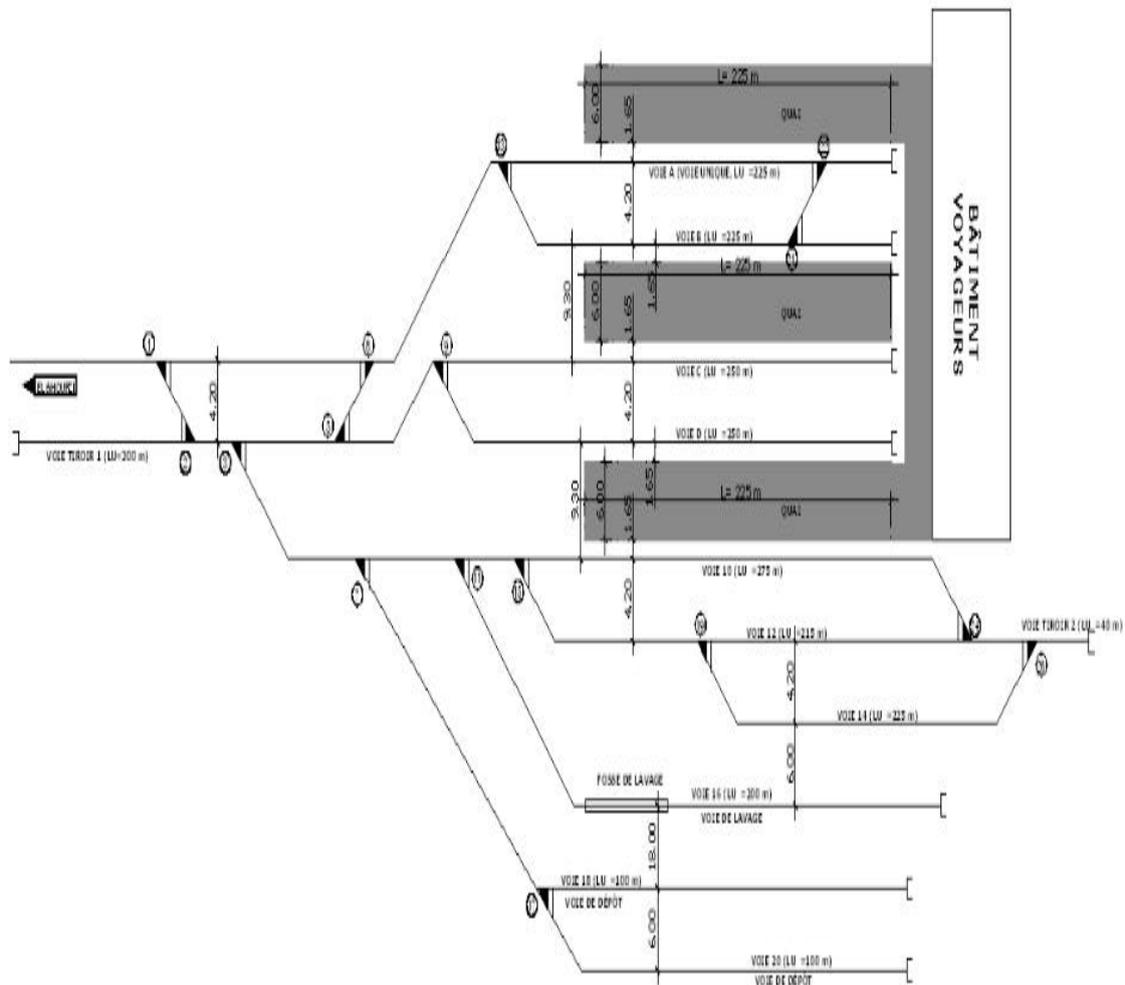


Figure 3.01 : Appareils de la gare de voyageurs.

2.3.2. Gare de marchandises de Biskra :

La gare de marchandises est implantée en aval de la connexion de la ligne actuelle vers la desserte de la zone industrielle au Sud de la ville de Biskra. Il est prévu de rétablir cette connexion par une jonction de voie constituée par les appareils de voie 1 et 2 (UIC54-1/9), et de doter la voie d'accès à la desserte industrielle d'une voie tiroir 1 de sécurité.

Son implantation permet de coordonner la circulation des trains depuis ou en direction de la zone industrielle vers Touggourt ou vers Hassi Messaoud, les trains bénéficiant de toutes les installations à très grande proximité (entretien, maintenance, chargement et déchargement, stockage et remisage...) afin de faciliter l'exploitation de la ligne en termes de transport de marchandises.

Un faisceau de voies de dépassement, de transfert et de classement est prévu directement au Sud et au long de la voie principale, avec un entraxe de 4,20 m, pour des longueurs de voie utile dépassant les 800 mètres considérés comme usuels dans la longueur des trains de marchandises circulant sur le réseau algérien.

La voie 16 ainsi que l'appareil de voie 13 (UIC54-1/7) permet la circulation des trains depuis les zones d'entretien, de maintenance, de chargement et déchargement, de stockage et de remisage vers la voie principale et le faisceau des voies 10, 12 et 14. Sur la voie 18 se trouve le pont bascule et le gabarit.

Les voies 20, 22, 24, 26 et 28 permettent le chargement et le déchargement des trains de marchandises; les voies 30, 32, 34, 36 et 38 permettent l'entretien, la maintenance et le lavage du matériel roulant.

Les bâtiments administratifs, de service et le poste de contrôle sont implantés au Sud de la gare de marchandises, permettant la réalisation des accès routiers pour les routes nationales R.N. 3 et R.N. 46.

La configuration fonctionnelle des trois gares est la suivante :

❖ Longueur utile :

Voie Tiroir 1 :	78 m
Voie B sur faisceau :	1.381 m
Voie Tiroir 2:	300 m
Voie Tiroir 3 :	300 m
Voie 10 vers faisceau :	1.322 m
Voie 12 vers faisceau :	1.263 m
Voie 14 vers faisceau :	1.200 m
Voie 16:	1.141 m
Voie 18:	300 m
Voie 20 vers zone de chargement/déchargement :	800 m
Voie 22 vers zone de chargement/déchargement:	800 m
Voie 24 vers zone de chargement/déchargement:	800 m
Voie 26 vers zone de chargement/déchargement:	350 m
Voie 28 vers zone de chargement/déchargement:	350 m
Voie Z30 vers poste d'entretien de voitures :	248 m
Voie 32 vers poste d'entretien de voitures:	130 m

Voie 34 vers poste d'entretien de voitures:	100 m
Voie 36 vers poste d'entretien de locomotives :	130 m
Voie 38 vers poste d'entretien de locomotives:	100 m
Voie 40 vers stockage :	250 m
Voie 42 vers stockage :	252 m

❖ Entraxe :

• Voie A / Voie B :	15,00 m
• Voie A / Voie Tiroir 1 :	7,00 m
• Voie B / Voie 10 / Voie 12 / Voie 14 / Voie 16.	4,20 m
• Voie 16 / Voie 20	50,00 m
• Voie 20 / Voie 22:	30,00 m
• Voie 22 / Voie 24	4,20 m
• Voie 24 / Voie 26:	8,00 m
• Voie 26 / Voie 28:	4,20 m
• Voie 28 / Voie 30:	40,00 m
• Voie 30 / Voie 32 / Voie 34:	6,00 m
• Voie 34 / Voie 36 :	20,00 m
• Voie 36 / Voie 38 :	6,50 m
• Voie 40 / Voie 42 :	4,20 m

❖ Appareils de voie :

Trois types d'appareils de voie sont utilisés :

- Les appareils de voie 1 et 2 de connexion de la voie principal vers la voie de desserte industrielle son de type UIC54-300-1:9 (50 km/h par voie déviée).
- Les appareils de voie connectés avec la voie principale, 3, 4, 21, 25, 27, 31, 33, 35, 39, 40 de type UIC54-500-1:12 (50 km/h par voie déviée).

Les autres appareils de type UIC54-190-1:7 (30 km/h par voie déviée).

Tableau 3.03: appareils de type UIC54-190-1:7

APPAREIL	PK JOINT DE CONTRE-AIGUILLE	Coordonnées Joint de Contre-Aiguille (JCA)		PK COEUR	Coordonnées Coeur (JC)		PK TALON
		X	Y		X	Y	
1	0+120,001	747.930,846	3.854.744,802	0+113,375	747.848,746	3.854.730,700	0+008,780
2	16+454,486	747.921,157	3.854.603,449	16+437,870	747.912,290	3.854.617,501	16+421,255
3	16+469,284	747.929,054	3.854.590,934	16+460,082	747.940,153	3.854.573,348	16+510,879
4	0+180,624	748.034,838	3.854.305,506	0+150,827	748.023,527	3.854.413,115	0+130,030
5	0+182,282	748.035,523	3.854.304,104	0+166,785	748.042,729	3.854.382,684	0+209,288
7	0+002,660	748.049,332	3.854.367,932	0+016,163	748.054,849	3.854.355,608	0+029,660
8	0+032,322	748.061,451	3.854.340,850	0+045,825	748.086,968	3.854.328,534	0+059,328
11	0+061,980	748.073,572	3.854.313,781	0+075,491	748.079,080	3.854.301,457	0+089,904
12	0+027,003	748.098,422	3.854.262,947	0+013,500	748.091,216	3.854.274,366	0+000,000
13	0+057,542	748.114,719	3.854.237,120	0+071,045	748.121,925	3.854.225,701	0+084,547
15	0+050,512	748.148,080	3.854.187,273	0+084,015	748.153,506	3.854.154,949	0+077,517
17	0+326,202	748.260,718	3.853.915,643	0+339,705	748.266,236	3.853.903,319	0+353,208
19	0+538,126	748.347,304	3.853.722,215	0+551,629	748.352,821	3.853.709,890	0+565,131
21	0+029,590	748.375,818	3.853.673,447	0+043,092	748.383,023	3.853.662,028	0+056,595
23	0+654,721	748.304,041	3.853.815,705	0+668,223	748.400,458	3.853.803,471	0+681,726
25	0+032,998	748.425,273	3.853.564,146	0+046,500	748.432,479	3.853.552,726	0+060,003
27	0+837,288	748.510,389	3.853.357,890	0+850,789	748.515,800	3.853.345,500	0+904,282
29	0+871,781	748.511,351	3.853.345,450	0+885,264	748.516,868	3.853.333,135	0+898,787
31	0+037,392	748.543,086	3.853.302,524	0+050,895	748.550,272	3.853.291,105	0+084,397
33	0+091,843	748.601,240	3.853.199,091	0+105,340	748.608,440	3.853.187,072	0+118,849
35	1+209,879	748.625,866	3.853.111,234	1+223,382	748.633,072	3.853.099,815	1+236,885
36	1+318,902	748.792,821	3.853.173,970	1+306,400	748.784,071	3.853.184,283	1+291,897
38	1+348,589	748.812,045	3.853.151,384	1+335,066	748.803,295	3.853.161,668	1+321,593
40	1+378,231	748.831,266	3.853.126,782	1+364,728	748.822,516	3.853.139,078	1+351,225
42	1+706,514	748.948,945	3.853.105,083	1+693,012	748.841,739	3.853.116,482	1+679,509
43	1+706,877	748.949,139	3.853.104,756	1+727,674	748.860,237	3.853.087,168	1+748,472
44	18+065,772	749.101,233	3.852.733,397	18+044,974	749.090,134	3.852.750,955	18+024,177

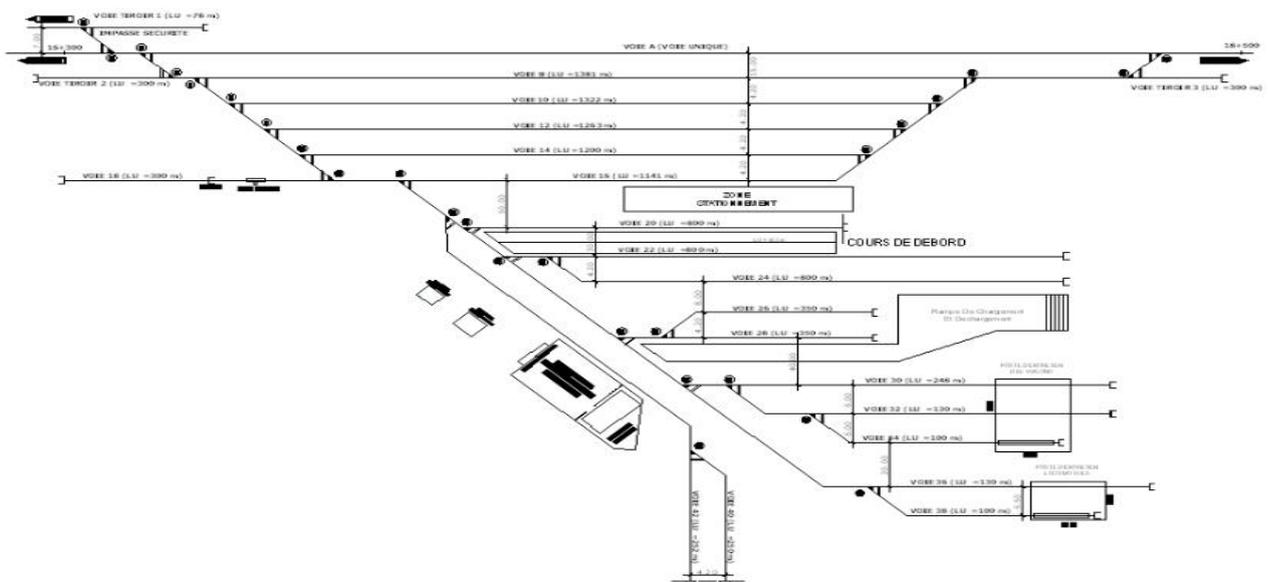


Figure 3.02 : Plan d'appareils de type Gare de marchandises.

2.4. Hydrologie et drainage :

Le tracé traverse le bassin versant de Chott Melghir, codé (06) par l'ANRH (Agence Nationale des Ressources Hydriques), et situé dans le Sud - Est de l'Algérie avec une superficie totale de 26 000 km². Ce bassin est limité au Nord par les bassins versants du Chélif, du Hodna, du Zahrez, des Hauts Plateaux Constantinois et de la Medjerda, à l'Est par la Tunisie et au Sud par le grand bassin du Sahara.

Ce bassin draine les oueds du massif des Aurès qui prennent leurs sources à 2.000 mètres d'altitude (Oued El Abiod et Oued Abdi). Ces Oueds s'écoulent rapidement vers le Sud, ils constituent la tête des longs oueds tributaires du bassin du Chott (-36 mètres). C'est le niveau de base de tous les oueds du versant Sud de l'Aurès, qui ne l'atteignent qu'à l'occasion des plus grandes crues.

Le réseau hydrographique comporte une proportion non négligeable de cours d'eau pérennes (Oued El Hai et Oued El Abiod). Mais ces deux Oueds sont asséchés par l'évaporation, l'infiltration et les prélèvements effectués pour l'irrigation dans les vallées en amont. Seul l'Oued El Abiod reste pérenne jusqu'au piedmont, dont le barrage de Foug el Gherza.

Le bassin versant du Chott Melghir reçoit les eaux des principaux Oueds suivants :

- A l'Est, l'Oued El Arab, principal Oued de la zone, avec ses 5 affluents.
- Au Nord, l'Oued El Haguéf.
- A l'Ouest, l'Oued Biraz (appelé encore El Abiod) et l'Oued Biskra qui se jettent dans l'Oued Djedi au lieu dit Sâada.
- L'Oued Djedi avec ses 6 affluents.

Soit un total de 330 Hm³/an (hectomètre cube par an). Ces oueds s'écoulent sur les versants Sud du massif des Aurès (point culminant à 2326 m).

Les plus importants sont l'Oued Djedi et l'Oued Biskra.

La première collecte les eaux de ruissellement du flanc Sud de l'Atlas Saharien. Tandis que le second reçoit les eaux des affluents du Sud-Ouest du Djebel Aurès.

L'Oued Biskra draine une superficie de 2.800 km², dont la presque totalité appartient au domaine des versants ruisselants. L'Oued est formé par la réunion des deux grands Oueds El Haï et Branis. Il prend sa source dans la région de Zgag (Aurès occidentale), par 2.000 mètres d'altitude. Il se jette dans le Melghir, à 25 m en dessous du niveau de la mer, après un parcours de 194 km environ. Son profil, à pente très forte jusqu'à El Kantara, est celui d'un

oued relativement jeune. Au cours de la période 1938-1951, 43 mois de crues ont été observés à Biskra, soit en moyenne, près de 4 par an.

Après un parcours permanent, l'Oued El Hai – Biskra débouche dans une plaine à l'altitude 200 mètres où il s'infiltré dans son cône de déjection. Seules les crues atteignent Biskra au cours desquelles l'eau est utilisée pour l'irrigation de la plaine d'El Outaya

Ce bassin du Chott Nelghir contient un certain nombre de cours d'eau naturels très importants dont les débits peuvent causer des dégâts en certains endroits de cette ligne ferroviaire et qu'il faut par conséquent bien évaluer pour s'en prémunir.

La détermination des débits de projets est basée sur la formule de Turraza et une période de retour de 100 ans. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci dessous.

Tableau 3.04 : ouvrages des débits

N° BV	PK	S (km ²)	Débit Turraza (m ³ /s)
1	0+120	0.080	1,014
2	0+880	0.778	4,573
3	2+480	3.569	13,041
4	3+300	0.990	2,795
5	4+331	2.044	6,960
6	5+480	1.796	6,673
7	5+640	0.054	0,251
8	6+060	0.033	0,167
9	7+160	4.650	14,530
10	7+730	0.950	2,309
11	8+820	3.340	11,325
12	9+100	9.470	25,181
13	9+200	2.428	8,224
14	9+800	6.206	19,104
15	10+800	0.210	0,836
16	11+340	7.396	18,437
17	11+560	15.298	34,242
18	12+080	0.115	1,506
19	14+050	84.919	114,745
20	14+280	0.043	0,17
21	15+160	0.034	0,22
22	15+240	0.007	0,08
23	16+060	0.017	0,15
24	16+330	0.014	0,12
25	16+400	0.008	0,09
26	16+530	0.017	0,14
27	16+980	0.011	0,10
28	17+000	0.015	0,11

29	17+200	0.008	0,09
30	17+440	0.011	0,11

Pour le rétablissement des cours d'eaux cinq types d'ouvrages sont proposés :

- Buse de Ø 1000 mm.
- Buse de Ø 1500 mm.
- Dalot de 2,00 x 2,00 m.
- Dalot de 3,00 x 2,00 m.
- Dalot de 3,00 x 2,50 m.
- Dalot de 5,00 x 4,00 m.



Photos 3.01 : L'ouvrage hydraulique (PK 0+400) 2024/04/18

Le calcul hydraulique des ouvrages de drainage transversal est basé sur le calcul de canaux ouverts avec tirant d'eau libre calculés sur la base des conditions de continuité en combinaison avec la formule de Manning-Strickler:

$$Q = AV$$

$$V = \frac{R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n}$$

- **Q** = Débit (m³/s)
- **A** = Surface (m²)
- **V** = Eau vitesse (m/s).
- **n** = Numéro de Manning
- **R** = Rayon hydraulique (m) où **R = A / Pm**
- **Pm** = Périmètre mouillé (m)
- **S** = Pente de la ligne d'énergie en valeur absolue (exemple. **S** = 0.01). Pour régime uniforme elle est égale à la pente du sol de l'ouvrage.

La méthode suggérée par le Bureau of Public Roads of the United States of American a été utilisé pour le calcul en régime variable.

La situation, débit, typologie et la situation constructive choisie sont indiqués ci dessous:

Tableau 3.05 : Ouvrages des débits et PK

N° BV	P.K.	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Ouvrage Final
1	0+361	1.01	D1000
2	0+714	4.57	2.00 x 2.00
-	0+939	0.45	D1000
-	1+403	1.00	D1000
-	0+938 AXE 71	1.00	D1000
35%(3)	2+344	4.56	2.00 x 2.00
30%(3)	2+495	3.91	2.00 x 2.00
35%(3)	2+589	4.56	2.00 x 2.00
4	3+319	2.80	D1500
-	4+000	1.04	D1000
5	4+327	6.96	2.00 x 2.00
-	5+212	0.40	D1000
6	5+402	6.67	2.00 x 2.00
7	5+629	0.25	D1000
8	6+048	0.17	D1000
-	6+681	-	D1000
9	7+154	14.53	3.00 x 2.50
10	7+708	2.31	D1500
9+10	0+436 AXE 62	16.84	2 x (3.00 x 2.00)
-	8+342	-	D1000
11	8+790	11.33	3.00 x 2.00
12	9+049	25.18	2 x (3.00 x 2.00)
-	9+189	0.25	D1000
13	9+367	8.22	3xD1500
14	9+799	19.10	2 x (3.00 x 2.00)
15	10+842	0.84	D1000
-	11+072	2.21	D1500
16	11+342	18.44	3.00 x 2.50
17	11+572	34.24	2 x (3.00 x 2.50)
18	12+095	1.51	D1500
-	13+433	-	D1500
19	14+054	114.75	3 x (5.00 x 4.00)
21	15+193	0.22	D1000
-	16+059	0.15	D1000
-	16+262	-	D1000

Le réseau mis en place pour l'assainissement et le drainage longitudinal des voies s'appuie sur des dispositifs décrits dans les sections en travers types pour les voies en remblais ainsi qu'en déblais.

Ce réseau s'appuie sur des ouvrages techniques permettant la collecte ainsi que la circulation et l'évacuation des eaux de ruissellement de part et d'autre de la plateforme ferroviaire ,Ainsi ont été dimensionnés et prévus des caniveaux trapézoïdaux :

- Au pied des talus de la plateforme ferroviaire en déblais.
- En crête des talus de déblais ainsi qu'en remblais si l'eau peut éroder le talus.
- En crête des murs de soutènement en déblai.

Au niveau des bermes intermédiaires sur les talus de déblais de grande dimension nécessitant de type de dispositif de palier qui est réalisé avec une pente transversale de 4 % orientée dans le sens du pied de talus supérieur.

Le calcul hydraulique des caniveaux est basé sur le calcul de canaux ouverts avec lame d'eau libre calculés sur la base des conditions de continuité en combinaison avec la formule de Manning-Strickler:

$$Q = A \cdot V$$

$$V = \frac{R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n}$$

Où:

- Q = Débit (m³/s)
- A = Surface (m²)
- V = Vitesse de l'eau (m/s)
- n = Numéro de Manning

0,013 pour fossé revêtu (en béton), 0,025 pour tranchée sans revêtir

- R = Rayon hydraulique (m) où R = A / Pm (Pm = Périmètre mouillé en m)
- S = Pente de la ligne d'énergie en valeur absolue. Elle est égale à la pente du sol du caniveau puisque tous les calculs sont effectués en régime uniforme.

Le débit utilisé correspond avec celui calculé pour une période de retour de 50 ans.

En ce qui concerne le drainage longitudinal des gares, celui-ci a été conçu 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 du 4 % orientée dans la direction du drain de diamètre Ø200 mm perforé dans sa surface supérieure de façon à recueillir les eaux de infiltration et de garantir une bonne évacuation de ces eaux.

La pente longitudinale du drain est 0,5%. Les collecteurs transversaux ont un diamètre Ø800 et une pente longitudinale de 0,3%, et ils récupèrent l'eau des drains.

Des regards de visite sont placés tous les 50 mètres, permettant l'intervention pour la réalisation de travaux sur les collecteurs.

Les schémas du drainage des gares et des haltes sont représentés sur les plans du drainage, en plan et sur les plans transversaux type des gares.

2.5. Caractéristique techniques

2.5.1. Paramètres géométriques :

Les paramètres géométriques de référence utilisés sont les suivants:

- V max voyageurs : 180 km/h et inférieur à 160 km/h pour le raccordement sur la voie existante.
- V max marchandises: 100 km/h.
- Écartement standard: 1.435 mm.
- Rail : UIC 54.

Les termes de références indiquent que la voie sera équipée de rails UIC 60 posés sur des traverses en béton.

Cependant, ce rail lourd et ces traverses, bien plus onéreux, sont conçus pour des lignes a grandes vitesses (220 km/h), ce qui n'est pas le cas dans ce projet ou la vitesse est limitée a 180 km/h. C'est pour cette raison qu'il a été retenu par l'Anesrif l'utilisation d'un rail UIC54 avec des traverses bi blocs.

Tableau 3.06 : paramètres géométriques de référence du tracé en plan :

		Vmax (Km/h)=180	
		Normal	Excep.
Rayon Minimum	R min (m)	1.600	1.250
Longueur minimale de clothoïde (m)		240	160
Dévers maximum (mm)	Dmax (mm)	140	160
Var. maximale du dévers avec la longueur (Rampe de dévers)	{dD/dl}Max (mm/m)	0,8	1,0
Longueur minimale d'alignements de courbure constante (m)	Courbe circulaire	$\geq V_{max} / 2$	$\geq V_{max} / 3$
	Droite entre des courbes de même sens de courbure	$\geq V_{max} / 2$	$\geq V_{max} / 3$
	Droite entre des courbes de différent sens de courbure	$\geq V_{max} / 2$	$\geq V_{max} / 3$

Tableau 3.07 : Paramètres géométriques de référence du profil en long.

		Vmax (Km/h)=180	
		Normal	Excep.
Rayon minimum pour les courbes de raccordement verticales (m)		11.500	8.000
Pente longitudinale maximale (‰)	Sur voie générale. avec circulation mixte	15	16
	Sur poste de dépassement et de stationnement de trains-gares	0	

Pente longitudinale minimale sur tunnels et sur tranchées	I_{Min} (‰)	5	2
Longueur minimale des courbes de raccordement verticales (m)		$\geq V_{max} / 2$	$\geq V_{max} / 3$
Longueur minimale de déclivité uniforme (m)		$\geq V_{max} / 2$	$\geq V_{max} / 3$
Longueur maximale de déclivité avec la pente maximale (m)		<3000	

Tableau 3.08 : paramètres géométriques adoptés pour le tracé.

PARAMÈTRES GÉOMÉTRIQUES ADOPTÉS POUR LE TRACÉ	
Rayon maximum pour le tracé en plan (m)	2.400
Rayon minimum pour le tracé en plan (m)	1.275
Longueur minimum d'alignement tracé en plan (m)	138.722
Kv minimum concave (m)	6.500
Kv minimum convexe (m)	8.000
Pente longitudinale maximum pour le profil en long (‰)	16

2.5.2. Paramètres fonctionnels

Tableau 3.09 : Paramètres fonctionnels de référence du tracé en plan .

		Vmax (Km/h)=180	
		Normal	Excep.
Insuffisance maximale du Dévers	IMax (mm)	100	150
Accélération maximale sans compenser	aqMax (m/s ²)	0,65	0,98
Excès de dévers maximum (VMin de trains = 100 Km/h)	EMax (mm)	80	100
Variation Maximale du dévers avec le temps	{dD/dt}Max (mm/s)	30	50
Variation maximale de l'angle de rotation de la voie	{dq/dt}Max (rad/s)	0,02	0,033
Variation maximale de l'insuffisance avec le temps	{dI/dt}Max (mm/s)	30	55
Variation maximale d'accélération non compensée avec le temps	{daq/dt}Max (m/s ³)	0,20	0,36

Tableau 3.10 : Paramètres fonctionnels de référence du profil en long

		Vmax (Km/h)=180	
		Normal	Excep.
Accélération verticale maximale	A V max (m/s ²)	0,22	0,31

2.5.3. Section type

Les caractéristiques géométriques des sections type à adopter pour les voies générales prennent en compte les gabarits nécessaires pour la future électrification (caniveaux des câbles et appuis de poteau porte-caténaires).

Ces caractéristiques sont les suivantes:

- Type de ligne: Voie unique (future électrification) sur plateforme en voie unique.

Il a été prévu une plate-forme en voie double uniquement pour la conception des ouvrages d'art.

Ce critère, qui diffère des termes de référence, a été signalé au Bureau d'Étude lors d'une réunion qui a eu lieu en février 2007.

La représentation de l'axe dans la plate-forme est excentrique vu l'asymétrie d'un seul poteau pour d'électrification.

- | | |
|--|---------|
| - Ecartement de la voie : | 1,435 m |
| - Entraxe : | 4,20 m |
| - Largeur de la plate-forme voie unique: | 8,0 m |
| - Pente latérale de la plate-forme : | 4% |
| - Épaisseur de ballast : | 30 cm |
| - Épaisseur de sous-ballast : | 30 cm |
| - Épaisseur de couche de forme : | 50 cm |
| - Distance axe voie - axe caténaire : | 3,25 m. |

Pour la plateforme de chemin de fer sous les passages supérieurs sont pris en compte les gabarits de voie double sur plateforme électrifiée:

- | | |
|---|--------|
| - Gabarit vertical à partir du rail le plus élevé : | 7,0 m |
| - Gabarit horizontal (entre obstacle et axe de voie la plus proche) : | 5,65 m |

Pour les viaducs et ponts rails la largeur est conçue pour une voie double électrifiée.

En ce qui concerne les gares, sont prises en compte les caractéristiques géométriques suivantes:

- | | |
|--|--------|
| - Entraxe entre les voies d'évitement et la voie principale: | 4,20 m |
| - Épaisseur de ballast: | 30 cm |

2.5.4. Divers :

Les valeurs des divers projets pour les courbes de l'axe en plan avec les critères fonctionnels définis d'avance sont les ci-joints :

Tableau 3.11 : Les dévers.

Rayon (m)	Longueur de transition (m)	Vitesse maximale (Km/h)	Vitesse minimale (Km/h)	Dévers théorique Vmax (mm)	Dévers théorique Vmin (mm)	Dévers Adopté (mm)	Valeurs normales	Valeurs maximales
1.275	200	160	100	238	93	120	140	160
1.700	200	180	100	226	70	100		
2.400	200	180	100	160	49	80		

Tableau 3.12 : les Rayon.

Rayon (m)	Insuffisance de dévers (mm)	Excès de dévers (mm)	Accélération non compensée (m/s ²)	Variation de dévers en fonction de temps (mm/s)	Variation de l'insuffisance de dévers (mm/s)	Variation de l'accélération non compensée (m/s ³)
	100	80	0,65	30	30	0,20
	150	100	0,98	50	55	0,36
1.275	98	47	0,64	31,1	21,8	0,142
1.700	95,9	60,3	0,62	32,5	24,0	0,156
2400	80	30,6	0,52	20,00	20,0	0,13

2.5.5. Caractéristiques des matériaux :

- Couche de fondation :
 - Limite de liquidité < 35 %
 - Indice de plasticité < 15 %
 - Matériau bien classé avec le coefficient d'uniformité = $60 / D_{10} > 15$
 - Doit contenir 10 - 15 % de matériau fine < 75 μ pour faire une cohésion forte.
 - On doit avoir les conditions de " Terzaghi " $4 d_{15} \leq D_{15} < 4 d_{85}$.
- Le matériau de la couche de fondation sera compacté à teneur en eau optimum pour obtenir 90 % de la densité sèche optimum.



Photos 3.02 : Couche de fondation (2024/05/06).

❖ **Sous ballast:**

- Le pourcentage des fines c'est à dire d'élément passant à 75 m doit être < 15 %
- Limite de liquidité < 25 %
- Indice de plasticité < 6 %
- Le coefficient d'uniformité $D_{60} / D_{10} > 4$ pour avoir une courbe granulométrie pleine

L'épaisseur de sous-ballast doit être > 15 centimètres.



Photos 3.03 : Ballast 2024/04/18

2.6. Ouvrages d'art :

Dans le cadre de la réalisation du contournement ferroviaire de la ville de Biskra des ouvrages ont été prévus pour permettre le franchissement des intersections du tracé du projet avec les obstacles naturels tels que les oueds et artificiels tels que les routes et chemins.

2.6.1. Ouvrages ferroviaires :

- Pont ferroviaire P.K. 11+830

Il s'agit d'un ouvrage ferroviaire qui porte la ligne de chemin de fer. Il permet la perméabilité entre la zone de dépôt et l'usine de la briqueterie. Ce pont coupe l'axe du chemin en dessous

de lui avec un angle droit. L'ouvrage est constitué d'une travée unique d'une portée de 20,00 m. Il est de type isostatique.

Le tablier se compose d'une dalle évidée, la largeur totale du tablier est de 13,00 m. De part et d'autre du tablier, des trottoirs (pour passage d'homme pour une inspection intérieure) sont prévus, ces trottoirs mesurent 95 cm.

Les culées quant à elles sont pleines et les murs en retour sont ancrés au mur frontal. Le tout repose sur une semelle superficielle de 2,50 m d'épaisseur. La continuité de l'ouvrage est assurée par une série de murs de soutènement de hauteur variable. Ces murs s'étendent sur une longueur de deux fois 20 m pour chaque culée.

- Viaduc entre les P.K. 12+550 et 12+730

L'ouvrage en question est un viaduc de longueur totale de 180 m. Cet ouvrage porte la ligne de chemin de fer et permet le franchissement de la route nationale R.N.46. L'ouvrage est constitué de cinq travées, deux travées extrêmes de 30,00 m de longueur et trois travées centrales de 40,00 m de longueur. Il est de type hyperstatique.

Le tablier se compose d'une poutre caisson en béton précontraint. La largeur totale du tablier est de 13,00 m. De part et d'autre du tablier, des trottoirs (pour passage d'homme pour une inspection intérieure) sont prévus, ces trottoirs mesurent 95 cm.

Les piles au nombre de quatre sont des caissons creux. Quand aux culées, elles sont de types culées remblayées constituées de trois voiles de 1,50 m d'épaisseur, le tout repose sur des semelles superficielles de 2,50 m d'épaisseur.

2.6.2. Ouvrages routiers :

Dans cette partie, sont décrites les solutions proposées pour les passages supérieurs sur le tronç du chemin de fer qui est projeté. Il s'agit dans tous les cas de structures qui doivent supporter un trafic de route.

- Passage supérieur pont routier P.K. 4+555

Il s'agit d'un passage supérieur au P.K. 4+556,165 qui rétablit la liaison routière assurée par la R.N.03. Ce passage coupe l'axe du tracé ferroviaire en dessous de lui en biais de 64.97gr. Cet ouvrage est constitué de trois travées, deux travées extrêmes de 13,60 m et une travée centrale de 22,5 m. Il est de type hyperstatique.

Le profil en travers du tablier a une longueur totale de 22,00 m et présente un profil bombé de 2,5%. Le tablier se compose de deux dalles pleines jumelées en béton armé. La largeur de chaussée de la R.N.03 est de 2 x 7,00 m séparée par un trottoir central de 2,50 m de large. De part et d'autre du tablier des trottoirs de 2,75 m et 20 cm d'épaisseur minimum inclinés vers la chaussée de 2,5% sont prévus.

Dans l'alignement des deux piles est prévue une voile unique sous chacun des deux tabliers de 4,00 m de largeur, de 1,00 m d'épaisseur et de 10,6 m d'hauteur moyenne. Les piles reposent sur des semelles rectangulaires ancrées à plus de 3,00 mètres sous le terrain naturel.

Les culées quant à elles sont pleines avec des murs en retour encastrés dans le mur de front. Elles reposent sur une semelle rectangulaire. Une assise en gros béton sous la semelle, en substitution du sol existant assure à l'ensemble de la culée un ancrage adéquat.

- Passage supérieur pont chemin P.K. 7+930

Il s'agit d'un passage supérieur au P.K. 7+927,407 qui porte un chemin. Ce passage coupe l'axe du tracé ferroviaire en biais de 93,33 grades. Cet ouvrage est constitué de trois travées, une travée centrale de 16,50 m et deux travées extrêmes de 15,00 m. Il est de type hyperstatique.

Le profil en travers du tablier a une longueur totale de 8,00 m et présente un profil bombé de 2,5%. Le tablier se compose d'une dalle pleine en béton armé de 80 cm d'épaisseur. La largeur de chaussée du chemin est de 5,00 m pour deux voies de 2,50 m. Les cotés extérieurs des chaussées sont équipés de glissières métalliques de type 1. De part et d'autre du tablier des trottoirs de 1,50 m et 20 cm d'épaisseur minimum inclinés vers la chaussée de 2,5% sont prévus.

Dans l'alignement des deux piles est prévu une voile unique sous chacun des deux tabliers de 3,50 m de large, 1,00 m d'épaisseur et 11,4 m d'hauteur moyenne. Les piles reposent sur des semelles rectangulaires ancrées à plus de 3,00 mètres sous le terrain naturel.

Les culées sont des culées remblayées, ce choix a été adopté pour la grande hauteur que présentent celles-ci. Elles sont constituées de murs en retour encastrés dans le chevron. Dans l'alignement de la culée des fûts de 1,00 m de diamètre sont prévus, ces fûts reposent sur une semelle sur pieux.

- Passage supérieur pont chemin P.K. 12+200

Il s'agit d'un passage supérieur au P.K. 12+207,066 qui porte un chemin. Ce passage coupe

l'axe du tracé ferroviaire en biais de 111.74 gr. Il rétablit la communication entre la carrière et l'usine de la briqueterie. Cet ouvrage est constitué de trois travées, une travée centrale de 16,50 m et deux extrêmes de 15,00 m. Il est de type hyperstatique.

Le profil en travers du tablier a une longueur totale de 8,50 m et présente un profil bombé de 2,5%. Le tablier se compose d'une dalle pleine en béton armé de 80 cm d'épaisseur. La largeur de chaussée du chemin est de 5,00 m pour deux voies de 2,50 m. Les cotés extérieurs des chaussées sont équipés de glissières métalliques de type 1. De part et d'autre du tablier des trottoirs de 1,50 m et 20 cm d'épaisseur minimum inclinés vers la chaussée de 2,5% sont prévus.

Les culées sont pleines avec des murs en retour encastrés dans le mur de front. Elles reposent sur une semelle rectangulaire. Une assise en gros béton sous la semelle en substitution du sol existant assure à l'ensemble de la culée un ancrage adéquat.

- Passage supérieur pont chemin au P.K. 13+825

Il s'agit d'un passage supérieur au P.K. 13+828,593 qui porte un chemin. Ce passage coupe l'axe du tracé ferroviaire en biais de 103.75 gr. Cet ouvrage est constitué de trois travées, une travée centrale de 16,50 m et deux travées extrêmes de 13,00 m. Il est de type hyperstatique.

Le profil en travers du tablier a une longueur totale de 8,50 mètres et présente un profil bombé de 2,5%. Le tablier se compose d'une dalle pleine en béton armé de 80 cm d'épaisseur. La largeur de chaussée du chemin est de 5,00 m pour deux voies de 2,50 mètres. Les cotés extérieurs des chaussées sont équipés de glissières métalliques de type 1. De part et d'autre du tablier des trottoirs de 1,50 m et 20 cm d'épaisseur minimum inclinés vers la chaussée de 2,5% sont prévus.

Dans l'alignement des deux piles est prévue un voile unique sous chacun des deux tabliers de 3,50 m de largeur, 1,00 m d'épaisseur et 12,2 m d'hauteur. Les piles reposent sur des semelles rectangulaires ancrées à plus de 3,00 mètres sous le terrain naturel.

Les culées quant à elles sont des culées remblayées constituées d'un chevêtre de 2,00 m de hauteur et dans l'alignement du chevêtre 3 fûts de hauteur 8,00 m reposent sur une semelle rectangulaire. Une assise en gros béton sous la semelle en substitution du sol existant assure à l'ensemble de la culée un ancrage adéquat.

- Passage supérieur pont chemin au P.K. 15+025

Il s'agit d'un passage supérieur au P.K. 15+026,297 qui porte un chemin. Ce passage coupe

l'axe du tracé ferroviaire en biais de 103.75 gr. Cet ouvrage est constitué de trois travées, une travée centrale de 16,50 mètres et deux travées extrêmes de 15,00 m. Il est de type hyperstatique.

Le profil en travers du tablier a une longueur totale de 8,50 m et présente un profil bombé de 2,5%. Le tablier se compose d'une dalle pleine en béton armé de 80 cm d'épaisseur. La largeur de chaussée du chemin est de 5,00 m pour deux voies de 2,50 m. Les cotés extérieurs des chaussées sont équipés de glissières métalliques de type 1. De part et d'autre du tablier des trottoirs de 1,50 m et 20 cm d'épaisseur minimum inclinés vers la chaussée de 2,5% sont prévus.

Dans l'alignement des deux piles est prévue une voile unique sous chacun des deux tabliers de 3,50 m de large, 1,00 m d'épaisseur et 12,7 m d'hauteur. Les piles reposent sur des semelles rectangulaires ancrées à plus de 3,00 mètres sous le terrain naturel.

Les culées sont pleines avec des murs en retour encastrés dans le mur de front. Elles reposent sur une semelle rectangulaire. Une assise en gros béton sous la semelle en substitution du sol existant assure à l'ensemble de la culée un ancrage adéquat.

- Passage inférieur pont chemin P.K. 11+470

Il s'agit d'un passage inférieur qui porte la ligne de chemin de fer. Cet ouvrage en pont cadre a une longueur totale de 15,55 m, il est également constitué par une partie amont et aval en mur de soutènement de 8,02 m de longueur chacune. Transversalement ce cadre a des dimensions internes 5,00 x 8,00 m et des parois d'une épaisseur de 90 cm.

L'intersection de l'axe de l'ouvrage avec l'axe du chemin de fer forme un angle droit.

2.7. Bâtiments

2.7.1. Gare de voyageurs de Biskra :

La gare de voyageurs de Biskra est aménagée sur un terrain plat, ce qui ne pose aucune contrainte pour l'implantation du bâtiment comportant un rez-de-chaussée et un étage, de surface totale de 945 m².

Trois quais de dimensions 250 m par 6 m sont aménagés.

Les constructions vétustes dans l'emprise de la gare de voyageurs seront démolies.

Le bâtiment de la gare est composé en deux niveaux :

- Le RDC est constitué par

- Dans un corps central du bâtiment le hall de réception du public (salle des pas perdus), le poste de contrôle de l'accès,
- Dans l'aile gauche la salle d'attente, guichets, poste de police et salle de prière,
- Dans l'aile droite les boutiques et la cafétéria, une partie réservée pour le voyageur afin qu'il trouve un accueil ambiant et fonctionnel.

L'étage est réservé à la partie administrative (chef de district, secrétariat, archives, chef de sécurité et sanitaire et la partie opérationnelle (chef de gare, chef de service, secrétariat, archives, vestiaires et sanitaires).

Tableau 3.12 : Le bâtiment de la gare.

ÉTAGE	DESIGNATIONS	SURFACES (m ²)
REZ DE CHAUSSÉE	Hall (salle des pas perdus)	149,71
	Salle d'attente	85,95
	Local contrôle	29,85
	Guichets	14,49
	Kiosque	9,94
	Sanitaires	30,12
	Recette	13,63
	Poste de police	13,14
	Salle de prière	14,92
	Cafétéria	58,59
	Boutiques	72,18
	Dégagement	28,54
	Escalier	17,16
1^{er} ÉTAGE	Chef de gare	21,58
	Chef de service	18,52
	Dépôt	13,08
	Secrétariat 1	13,02
	Archives 1	28,26
	Sanitaires	20,45
	Chef de district	13,08
	Chef de sécurité	13,74
	Secrétariat 2	17,29
	Bureau	15,34
	Salle de réunion	67,06
	Hall 1&2	28,26
	Dégagement	107,97
Escalier	17,16	
	Surface utile totale	933,01 m²

- **Structure :**

Les fondations seront en béton armé.

- La structure portante du bâtiment sera en béton armé (poteau -poutre).
- La trame de structure est de dimensions suivantes

(3,25-4,30-6,48-3,00) x (3,20-4,40-3,00).

- **Maçonnerie :**

Les murs extérieurs seront exécutés en double paroi. Cette double paroi est constituée à l'extérieur par une paroi en briques de 15 cm d'épaisseur posées à plat hourdées au mortier de ciment dosé à 350 kg/m³ de sable et en briques creuses de 10 cm posées sur champs hourdées au mortier de ciment dosé à 350 kg/m³ de sable et un isolant de 5 cm.

Les murs intérieurs seront exécutés en briques creuses de 10 centimètres d'épaisseur posées sur champs hourdées au mortier de ciment dosé à 350 kg/m³ de sable.

- **Revêtements :**

Les travaux comprendront la pose :

- Des Carreaux de marbre pour les espaces de circulations et Hall.
- Des Revêtement mural en carreaux de faïence de 0,25 x 0,40 pour sanitaire et cafétéria.
- Des plaintes en terre cuite : 0,07 x 0,20 – 0,10 x 0,20.
- Des carreaux en marbre de 2 cm épaisseur pour les seuils des portes et contre-marches.
- Des marches des escaliers.
- Les carreaux sont collés à joints serrés et la planéité parfaitement assurée.

- **Etanchéité :**

Pour les terrasses du bâtiment inaccessibles, l'isolation thermique sera réalisée par des plaques en lièges de 0,04 m d'épaisseur posée sous les formes de pente constituées de béton dosé à 250 kg, avec une épaisseur minimale de 0,04 m.

L'étanchéité sera de type multicouche avec épandage de gravillons roulés et dépourvus de

toute impureté, à raison de 25 l/m². Les relevées contre les murs et toutes sorties en toiture seront moulées sur toutes la hauteur de l'acrotère, l'accès aux terrasses se fera par une trappe en tôle.

- **Vitrerie :**

Les travaux de vitrerie comprendront toutes les sujétions afférentes à la fourniture, la pose, les travaux de finition et le nettoyage de la vitrerie posée.

L'ensemble des vitrages pour vitrine et ensemble vitré seront en verre sécurité teinte claire.

- **Menuiserie :**

Les portes intérieures seront en menuiserie bois.

Les portes extérieures seront en menuiserie aluminium

2.7.2. Gare de marchandises de Biskra :

2.7.2.1. Bâtiment administratif :

Il s'agit d'un bâtiment à vocation administrative à un seul niveau permettant la réception du public dans un espace ouvert autour duquel sont distribuées les pièces réservées au personnel, pièces qui communiquent entre elles sans nécessité de passage par l'espace ouvert au public.

Tableau 3.13 : Le Bâtiment administratif.

ÉTAGE	DESIGNATIONS	SURFACES (m²)
REZ DE CHAUSSÉE	Hall de réception	54,4
	Guichets	13,6
	Foyer et cuisine	24,4
	Bureau Chef de gare	15,5
	Bureau 1	16,3
	Bureau 2	16,9
	Bureau 3	16,3
	Sanitaires	13,4
	Espace de circulation (entrée)	21,2
	Surface utile totale	192,0 m²

- **Structure :**

Les fondations seront en béton armé.

- La structure portante du bâtiment sera en béton armé (poteau -poutre).
- La trame de structure est de dimensions suivantes (4,50 x 4.00) m.

- **Maçonnerie :**

Les murs extérieurs seront exécutés en double paroi. Cette double paroi est constituée à l'extérieur par une paroi en briques de 15 cm d'épaisseur posées à plat hourdées au mortier de ciment dosé à 350 kg/m³ de sable et en briques creuses de 10 cm posées sur champs hourdées au mortier de ciment dosé à 350 kg/m³ de sable et un isolant de 5 cm.

Les murs intérieurs seront exécutés en briques creuses de 10 cm d'épaisseur posées sur champs hourdées au mortier de ciment dosé à 350 kg/m³ de sable.

Un chaînage s'impose si la hauteur du niveau dépasse les 3,00 m.

- **Revêtements :**

Les travaux comprendront la pose :

- Des carreaux en granit pour les espaces de bureaux.
- Des carreaux en granit pour les espaces de sanitaires.
- Des revêtements muraux en carreaux de faïence de 0,25 x 0,40 m pour sanitaires, cuisine et foyer.
- Des plinthes en terre cuite : 0,07 x 0,20 – 0,10 x 0,20 m.
- Des carreaux en marbre de 2 centimètres d'épaisseur pour les seuils des portes.
- Les carreaux sont collés à joints serrés et la planéité parfaitement assurée.

- **Etanchéité :**

Pour les terrasses du bâtiment inaccessibles, l'isolation thermique sera réalisée par des plaques en lièges de 0,04 m d'épaisseur posée sous les formes de pente constituées de béton dosé à 250 kg, avec une épaisseur minimale de 0,04 m.

L'étanchéité sera de type multicouche avec épandage de gravillons roulés et dépourvus de toute impureté, à raison de 25 l/m². Les relevées contre les murs et toutes sorties en toiture

seront moulées sur toutes la hauteur de l'acrotère, l'accès aux terrasses se fera par une trappe en tôle.

- **Vitrerie :**

Les travaux de vitrerie comprendront toutes les sujétions afférentes à la fourniture, la pose, les travaux de finition et le nettoyage de la vitrerie posée.

L'ensemble des vitrages pour vitrine et ensemble vitré seront en verre sécurité teinte claire.

- **Menuiserie :**

Les portes intérieures seront en menuiserie bois et les portes extérieures seront en menuiserie aluminium, sauf les portes d'accès principal qui seront métalliques.

2.7.2.2. Bâtiment de service :

Le bâtiment de service est conçu en un seul niveau et de forme géométrique rectangulaire, il sera d'une hauteur sous plafond de 3,00 m.

Tableau 3.14 : le Bâtiment de service.

ÉTAGE	DÉSIGNATION	SURFACE (m²)
REZ DE CHAUSSÉE	Bureau1	19,68
	Bureau2	19,27
	Instrument technique	9,02
	Dégagement	35.27
	Local de pause	20.09
	Toilettes et douches	15.58
	Hall	8.20
	Vestiaires	15.99
	Cuisine	9.84
	Surface utile totale :	152.94 m²

- **Structure**

Les fondations seront en béton armé.

La structure portante du bâtiment sera en béton armé (poteau -poutre).

La trame de structure est de dimensions suivantes :

(4,25 ; 4,20) x (4,25 ; 1,45) m.

- **Maconnerie**

Les murs extérieurs seront exécutés en double paroi. Cette double paroi est constituée à l'extérieur par une paroi en briques de 15 cm d'épaisseur posées à plat hourdées au mortier de ciment dosé à 350 kg/m^3 de sable et en briques creuses de 10 cm posées sur champs hourdées au mortier de ciment dosé à 350 kg/m^3 de sable et un isolant de 5 cm.

Les murs intérieurs seront exécutés en briques creuses de 10 cm d'épaisseur posées sur champs hourdées au mortier de ciment dosé à 350 kg/m^3 de sable.

- **Revêtements**

Les travaux comprendront la pose de:

- Des carreaux en granit pour les espaces de bureaux.
- Des carreaux en granit pour les espaces de sanitaires.
- Des carreaux de ciment antidérapant : 0,35 x 0,35 m pour local technique.
- Du revêtement mural en carreaux de faïence de 0,25 x 0,40 pour sanitaires et cuisine.
- Des plinthes en terre cuite : 0,07 x 0,20 – 0,10 x 0,20 m
- Des carreaux en marbre de 2 cm épaisseur pour les seuils des portes.

Les carreaux sont collés à joints serrés et la planéité parfaitement assurée.

Les murs des bureaux seront en peinture laquée.

- **Étanchéité**

Pour les terrasses inaccessibles du bâtiment, l'isolation thermique sera réalisée par des plaques en lièges de 0,04 m d'épaisseur posée sous les formes de pente constituées de béton dosé à 250 kg, avec une épaisseur minimale de 0,04 m.

L'étanchéité sera de type multicouche avec épandage de gravillons roulés et dépourvus de

toute impureté, à raison de 25 l/m². Les relevées contre les murs et toutes sorties en toiture seront moulées sur toutes la hauteur de l'acrotère, l'accès aux terrasses se fera par une trappe en tôle.

- **Vitrierie**

Les travaux de vitrierie comprendront toutes les sujétions afférentes à la fourniture, la pose, les travaux de finition et le nettoyage de la vitrierie posée. L'ensemble des vitrages pour vitrine et ensemble vitré seront en verre sécurité teinte claire.

- **Menuiserie**

Les portes intérieures seront en menuiserie bois et les portes extérieures seront en menuiserie aluminium, sauf les portes d'accès principal qui seront métalliques.

2.7.2.3. Poste de contrôle :

Le bâtiment est une construction constituée de R+1, la hauteur libre est de 2.91 m sous plafond.

Tableau 3.15 : le Poste de contrôle.

ÉTAGE	DÉSIGNATION	SURFACE (m ²)
REZ DE CHAUSSÉ	Alimentation et convertisseurs	27,8 39,5
	Groupe électrogène	18,0
	Accumulateur	10,3
	Salle d'eau	3,1
	W.C	9,5
	Dégagement	4,5
	Débarras	
	ÉTAGE 1	Salle à relais
	Télécom	28,7
	Salle technique	16,0
	T.C.O	25,0
	W.C	3,0
	Dégagement	13,5
	Surface utile totale	234,9 m²

La trame a des dimensions de:

(2,00 x 5,30) (2,00 x 4,30) (3,15 x 5,30) (3,15 x 4,30) (3,70 x 5,30) (3,70 x 4,30).

Le bâtiment dispose de toutes les salles nécessaires pour le personnel chargé du fonctionnement de la signalisation et des télécommunications au niveau de la gare.

La partie située au rez-de-chaussée est pourvue des salles accueillant les installations techniques.

La partie située au premier étage s'articule autour du TCO.

- **Structure :**

Les fondations seront en béton armé.

La structure portante du bâtiment sera en béton armé (poteau -poutre).

La trame de structure est de dimensions suivantes :

(2,00 x 5,30) (2,00 x 4,30) (3,15 x 5,30) (3,15 x 4,30) (3,70 x 5,30) (3,70 x 4,30) m.

- **Maconnerie :**

Les murs extérieurs seront exécutés en double paroi. Cette double paroi est constituée à l'extérieur par une paroi en briques de 15 cm d'épaisseur posées à plat hourdées au mortier de ciment dosé à 350 kg/m³ de sable et en briques creuses de 10 cm posées sur champs hourdées au mortier de ciment dosé à 350 kg/m³ de sable et un isolant de 5 cm.

Les murs intérieurs seront exécutés en briques creuses de 10 cm d'épaisseur posées sur champs hourdées au mortier de ciment dosé à 350 kg/m³ de sable.

- **Revêtements :**

Les travaux comprendront la pose de:

- Des carreaux en granit pour les espaces de bureaux.
- Des carreaux en granit pour les espaces de sanitaires.
- Des carreaux de ciment de anti-dérapant : 0,35 x 0,35 m pour local technique.
- Des revêtements muraux en carreaux de faïence de 0,25 x 0,40 m pour sanitaires et salle d'eau.
- Des plinthes en terre cuite : 0,07 x 0,20 – 0,10 x 0,20 m.
- Des carreaux en marbre de 2 cm d'épaisseur pour les seuils des portes.

Les carreaux sont collés à joints serrés et la planéité parfaitement assurée.

Les murs des bureaux seront en peinture laquée.

- **Étanchéité :**

Pour les terrasses inaccessibles du bâtiment, l'isolation hermétique sera réalisée par des plaques en lièges de 0,04 m d'épaisseur posée sous les formes de pente constituées de béton dosé à 250 kg, avec une épaisseur minimale de 0,04 m.

L'étanchéité sera de type multicouche avec épandage de gravillons roulés et dépourvus de toute impureté, à raison de 25 l/m². Les relevées contre les murs et toutes sorties en toiture seront moulées sur toutes la hauteur de l'acrotère, l'accès aux terrasses se fera par une trappe en tôle.

- **Vitrierie :**

Les travaux de vitrierie comprendront toutes les sujétions afférentes à la fourniture, la pose, les travaux de finition et le nettoyage de la vitrierie posée.

L'ensemble des vitrages pour vitrine et ensemble vitré seront en verre sécurité teinte claire.

- **Menuiserie**

Les portes intérieures seront en menuiserie bois.

Les portes extérieures seront en menuiserie aluminium, sauf les portes d'accès principal qui seront métalliques.

2.7.2.4. Hangar d'entretien des locomotives :

Les hangars d'entretien des locomotives comportent une structure avec pont roulant.

Pour le hangar d'entretien des locomotives, les dimensions adoptées sont les suivantes : 40 x 20 x 10 m. Un pont roulant d'une capacité de 7 t et de 13 m de portée est prévu.

- **Généralités :**

Les ouvrages en charpente métallique, seront réalisés en respectant les règles de l'art en matière de construction avec respect de la sécurité ainsi que le confort des occupants.

- **Matériaux :**

L'ossature des ouvrages est en acier nuance E24-2 selon la norme internationale ISO 1052 :1982 «acier de construction d'usage général ».

Les profilés et tôles seront conformes à la norme européenne EN 10025 :2004 (ancienne norme française NFA 35 501), Acier de construction d'usage général pour les nuances et les quantités minimales suivantes.

E. 24.2 pour les éléments principaux de charpente ou ossatures des ouvrages :

- Poteaux – portiques.
- Eléments de stabilité
- Boulons d'ancrages

E.24.1 pour les éléments secondaires :

- Pannes, lisses, raidisseurs de maçonnerie.

- **Peinture :**

Ossature métallique apparente à 2 couches de glycérophtalique teinte ombre naturel (Charpente du bâtiment, menuiserie métallique...).

Panneaux métalliques galvanisés (panneaux de couverture et bardage).

- **Construction type :**

Un hangar simple avec pont roulant.

- **Forme générale :**

Une construction à base rectangulaire.

- **Ossature métallique :**

Elle comprend :

- Cadres auto-stables avec assemblage par boulons à haute résistance.
- Pieds de poteaux boulonnés sur des massifs en béton armé.
- Pannes métalliques espacées de 1,4 m sur les traverses.

- **Pont roulant :**

Capacité de 7 tonnes et de portée 13 mètres balayant le long du bâtiment.

Les poutres de roulement sont de type HEB (les ailes supérieures sont renforcées par des cornières 60x60x6) reposant sur des consoles soudées aux poteaux,

Rail type carré de 50x50 soudé sur la poutre de roulement.

- **Toiture :**

Elle est composée d'une toiture à deux versants plans et symétriques dont la pente est de 10%, réalisée en tôle pré laquée TN40.

- **Facade :**

Elle est composée d'un soubassement en maçonnerie d'épaisseur de 20 centimètres et de hauteur de 2 mètres, Le bardage en tôle nervurée est de type TN 40 avec jambage maçonnerie.

La menuiserie extérieure en acier est composée de :

- Portes d'entrée à 2 vantaux,
- Portes d'entrée à 1 vantail,
- Châssis fixes et ouvrants.

- **Façonne d'étanchéité :**

Les pièces façonnées d'étanchéité pour couverture et bardage seront en tôle d'acier prélaqué d'épaisseur minimum 10/10 avec une développée suffisante pour éviter toute infiltration d'eau.

2.7.2.5. Hangar d'entretien des voitures :

Pour le hangar d'entretien des voitures, les dimensions adoptées sont les suivantes : 40 x 25 x 10 m. Un pont roulant d'une capacité de 7 t et de 18 m de portée est prévu.

- **Généralités :**

Les ouvrages en charpente métallique, seront réalisés en respectant les règles de l'art en matière de construction avec respect de la sécurité ainsi que le confort des occupants.

- **Matériaux :**

L'ossature des ouvrages est en acier nuance E24-2 selon la norme internationale ISO 1052 :1982 «Acier de construction d'usage général ».

Les profilés et tôles seront conformes à la norme européenne EN 10025 :2004 (ancienne norme française NFA 35 501), Acier de construction d'usage général pour les nuances et les quantités minimales suivantes.

E. 24.2 pour les éléments principaux de charpente ou ossatures des ouvrages :

- Poteaux – portiques.
- Eléments de stabilité
- Boulons d'ancrages

E.24.1 pour les éléments secondaires :

- Pannes, lisses, raidisseurs de maçonnerie.

- **Peinture :**

Ossature métallique apparente à 2 couches de glycérophtalique teinte ombre naturel (Charpente du bâtiment, menuiserie métallique ...).

Panneaux métalliques galvanisés (panneaux de couverture et bardage).

- **Construction type :**

Un hangar simple avec pont roulant

- **Forme générale :**

Une construction à base rectangulaire

- **Ossature métallique :**

Elle comprend :

- Cadres auto stables avec assemblage par boulons à haute résistance.
- Pieds de poteaux boulonnés sur des massifs en béton armé.

- Pannes métalliques espacées de 1.4 m sur les traverses.

- **Pont roulant :**

Capacité de 7 tonnes et de portée 18 mètres balayant le long du bâtiment.

Les poutres de roulement sont de type HEB (les ailes supérieures sont renforcées par des cornières 60x60x6) reposant sur des consoles soudées aux poteaux.

Rail type carré de 50x50 soudé sur la poutre de roulement.

- **Toiture :**

Elle est composée d'une toiture à deux versants plans et symétriques dont la pente est de 10%, réalisée en tôle pré laquée TN40.

- **Façade :**

Elle est composée d'un soubassement en maçonnerie d'épaisseur de 20 centimètres et de hauteur de 2 mètres.

Le bardage en tôles nervurées est de type TN 40 avec jambage maçonnerie.

La menuiserie extérieure en acier est composée de :

- Portes d'entrée à 2 vantaux,
- Portes d'entrée à 1 vantail,
- Châssis fixes et ouvrants.

- **Façonne d'étanchéité**

Les pièces façonnées d'étanchéité pour couverture et bardage seront en tôle d'acier prélaquées d'épaisseur minimum 10/10 avec une développée suffisante pour éviter toute infiltration d'eau.

2.7.2.6. Hangar de stockage

Le hangar de stockage comporte ce type de structure. Les dimensions adoptées sont les suivantes : 48 x 24 x 6,5 m.

- **Généralités :**

Les ouvrages en charpente métallique, seront réalisés en respectant les règles de l'art en matière de construction avec respect de la sécurité ainsi que le confort des occupants.

- **Matériaux :**

L'ossature des ouvrages est en acier nuance E24-2 selon la norme internationale ISO 1052 :1982 «acier de construction d'usage général ».

Les profilés et tôles seront conformes à la norme européenne EN 10025 :2004 (ancienne norme française NFA 35 501), Acier de construction d'usage général pour les nuances et les quantités minimales suivantes.

E. 24.2 pour les éléments principaux de charpente ou ossatures des ouvrages :

- Poteaux – portiques.
- Eléments de stabilité
- Boulons d'ancrages

E.24.1 pour les éléments secondaires :

- Panneaux, lisses, raidisseurs de maçonnerie.

- **Peinture :**

Ossature métallique apparente à 2 couches de glycérophtalique teinte ombre naturel (Charpente du bâtiment, menuiserie métallique ...).

Panneaux métalliques galvanisés (panneaux de couverture et bardage).

- **Construction type :**

Un hangar simple.

- **Forme générale :**

Une construction à base rectangulaire

- **Ossature métallique :**

Elle comprend :

- Cadres auto stables avec assemblage par boulons à haute résistance.
- Pieds de poteaux boulonnés sur des massifs en béton armé.
- Pannes métalliques espacées de 1.4 m sur les traverses,

- **Toiture :**

Elle est composée d'une toiture à deux versants plans et symétriques dont la pente est de 10%, réalisée en tôle pré laquée TN40.

- **Façade :**

Elle est composée d'un soubassement en maçonnerie d'épaisseur de 20 centimètres et de hauteur de 2 mètres, le bardage en tôles nervurée est de type TN 40 avec jambage maçonnerie.

La menuiserie extérieure en acier est composée de :

- Portes d'entrée à 2 vantaux.
- Portes d'entrée à 1 vantail.
- Châssis fixes et ouvrants.

- **Façonne d'étanchéité :**

Les pièces façonnées d'étanchéité pour couverture et bardage seront en tôle d'acier prélaquées d'épaisseur minimum 10/10 avec une développée suffisante pour éviter toute infiltration d'eau.

2.7.3. Description des travaux par corps d'état

2.7.3.1. Terrassement

- **Décapage des terres végétales**

Un décapage est prévu sur 0,20 m d'épaisseur. Il consiste à débarrasser le terrain de toutes les terres végétales qui l'occupent et à aménager un plan de base pour l'exécution des fouilles.

Les terres végétales décapées qui sont mises en dépôt pour une utilisation ultérieure devront être exemptes de roches.

- Terrassement en grande masse :

Tous les mouvements de terre seront exécutés aux profils indiqués sur les plans, et toutes terres convenables seront mises en attente pour une éventuelle utilisation aux remblais s'il y a lieu.

- Fouilles en puits :

Elles seront exécutées suivant les indications portées sur les plans de BA. Les semelles descendront jusqu'au bon sol et comprendront toutes sujétions de blindage, épaissement, étaieusement etc.

- Fouilles en rigoles :

Elles seront exécutées suivant les indications portées sur les plans de BA. Lorsque les fouilles sont exécutées mécaniquement, l'arasement aux cotes prévues, tant pour ce qui concerne les fonds que les parois, sera exécuté soit à la main soit par tout autre moyen évitant l'ameublement des terrains.

- Remblais et réglage des terres :

L'entrepreneur devra entreprendre l'exécution de tous les remblais aux profils indiqués et nécessaires à l'implantation des bâtiments. Il utilisera toutes les terres convenables provenant des terrassements, les remblais seront exécutés par couches successives de 0,20 m d'épaisseur, chaque couche étant compactée au moyen de rouleau compresseur ou par toute autre appareil. La surface de plate-forme obtenue sera plane et exempte de dépression supérieure à 0,05 m.

- Evacuation des terres à la décharge publique :

Les terres ne pouvant être utilisées sur place, soit au remblai soit au réglage seront évacuées à la décharge publique.

2.7.3.2. Gros œuvre :

- Qualité des granulats :

Les granulats ne devront pas pouvoir être autres par l'action de l'eau, des liants ou de l'air, ils

ne devront contenir aucune impureté qui pourrait nuire à leur résistance, leur imperméabilité et toutes leurs propriétés phoniques, et thermiques notamment, de l'argile des matériaux terreuses, marneuses ou sphiteuses de la chaux des matériaux friables ayant une mauvaise adhérence etc.

Les granulats devront provenir de proches stables à l'exclusion de roches feldspathiques ou schiste.

La porosité des granulats sera inférieure à 10 %.

- Liants :

Les liants employés seront sauf indication contraire du maître de l'œuvre, des liants à prise lente, ils ne devront pas être éventés et ne comporteront pas la présence de grumeaux ne pouvant s'écraser sous les doigts.

- Confection des bétons :

La confection des bétons sera effectuée par des appareils mécaniques qui comporteront un dispositif permettant le contrôle de l'eau introduite.

- Qualité des bétons :

Les bétons seront homogènes, les granulats devant parfaitement être enrobés de liant, le malaxage se poursuivant jusqu'à l'obtention de ce résultat.

- Mise en œuvre des bétons :

La mise en œuvre des bétons s'effectuera aussitôt après leur fabrication. Leur transport et leur mise en place ne devront en aucun cas donner lieu à ségrégation.

Les liaisons avec les maçonneries de nature différente devront s'effectuer avec les précautions nécessaires notamment en ce qui concerne les maçonneries de briques et d'agglomérés de ciment qui devront être mouillées au préalable.

- Béton de propreté :

Les bétons de propreté seront des bétons de gravillons. Ils seront réglés horizontalement à leur surface devant présenter une bonne adhérence. Ils seront de 0,10 m d'épaisseur suivant les plans de béton armé pour les semelles, de 0,5 m pour les longrines.

- Béton armé en fondation :

Pour les fondations, les semelles, longrines et voiles seront exécutés en béton armé de ciment C.P.A 325 dosé à 350 kg/m³ pour 800 l de gravillons et 400 l de sable.

La mise en œuvre des bétons s'effectuera aussitôt après leur fabrication.

Le coulage s'effectuera par couche successive et dans la mesure du possible sans reprise.

La vibration s'effectuera au moyen de vibrations constituées par une enveloppe tronconique ou cylindrique, ou par une aiguille cylindrique pour les petites masses.

- Béton armé en élévation :

Ils seront exécutés comme pour le béton armé en fondation.

Le décoffrage des poteaux en béton armé pourra intervenir 48 h après la mise en œuvre du béton.

- Béton armé pour poutres / acrotères :

Le décoffrage s'effectuera dans un délai de 3 semaines pour les fonds, après la mise en œuvre.

- Hérissonnée en pierres sèches :

Ils seront constitués par de petits moellons bruts d'une hauteur sensiblement égale à celle de la forme définitive, pose de champ, à la main, par rangées transversales successives, la plus grande dimension de la base étant normale aux rangées, la pointe tournée vers le haut.

Il sera ensuite procédé à la mise à niveau et au damage par rouleau ou à la hie.

- Béton armé pour dalle flottante :

La dalle flottante sera dosée à 350 kg/m³ de ciment CPA 210/325. Le coffrage sera exécuté en bois, les joints seront en polystyrène de 2 cm d'épaisseur, l'armature en treillis soudé.

- Plancher et poutrelles préfabriquées :

Le plancher sera constitué de poutrelles, de corps creux (hourdis), de dalle de compression.

Les poutrelles seront exemptes de toutes fissures manque, cavernes.

Les corps creux (hourdis) de plafonds auront une tolérance de fabrication inférieure à 5 mm.

Les faces planes destinées à constituer une partie du plancher ou du plafond, auront une

plénitude telle qu'une règle promène en tous sens ne fasse pas apparaître une flèche supérieure à 5 mm ou à 1 % de la plus grande dimension.

Les poutrelles seront mises en place, soit au moyen d'engins de levage, soit à la main lorsque les poutrelles seront jointives, il sera exécuté un collage à chaque extrémité de la portée.

Il sera obligatoirement mis en place une palée pour les détails rigides intermédiaires. Ces derniers ne devront pas être bloqués ni pouvoir donner une contre-flèche aux poutrelles.

Les étais ne seront retirés que lorsque le béton ou le mortier aura fait une prise suffisante. La circulation sur le plancher ne pourra s'effectuer que 48 h après bétonnage.

2.7.3.3. Etanchéité :

Les toitures sont des terrasses inaccessibles.

Le film poly-ane sera constitué de deux lits collés par un large recouvrement d'au minimum 1,00 m.

- mode d'exécution du système adhérent pour une terrasse

Il sera réalisée une isolation thermique en aggloméré de granulats de liège de 4 cm d'épaisseur ou de plaques de polystyrène posées sur un écran pare vapeur qui sera constitué dans l'ordre de :

- Une couche E.IF
- Une couche E.A.C
- Un feutre bitumé type 36S
- Une couche E.A.C

Une forme de pente en béton léger sera exécutée, y compris la chape de dressement lissée avec une pente de 1,5 centimètre par mètre linéaire.

Le complexe d'étanchéité multicouche indépendant sera composé de :

- Une couche d'enduit appliqué à froid.
- 3 couches d'enduit appliqué à chaud.
- 3 feutres bitumés type 36 S, les couches de feutres seront à joints croisés y compris toutes sujétions de fourniture.

La protection lourde pour étanchéité en surface horizontale sera constituée par une couche de

gravillons 15/25 roulés, lavés et sélectionnés d'une épaisseur de 5 cm.

2.7.3.4. Maçonnerie

Maçonnerie en briques creuses :

Elle sera montée à bain soufflant de mortier à panneresse et boutisses par assises réglées horizontalement à joints croisés, le recouvrement sur l'assise inférieure étant de 0,02 m au moins, les joints auront une épaisseur de 0,05 à 0,02 m

Les briques cassés, fendue ou déchaussées ne seront pas utilisées et seront éventuellement remplacées par un mortier frais.

Les murs extérieurs seront exécutés en briques d'épaisseur 0,30 m (0,15+0,05+0,10).

Les murs intérieurs seront exécutés en briques de 0,15 m et 0,10 m suivant le plan de séparation intérieur.

Les enduits :

Ils présenteront des surfaces régulières, soignées, planes, sans flèches ou bossés.

Exemptes de soufflures, gerçures, cloques, fissures, les arêtes et les joints seront nets rectilignes, exempts d'écornures.

L'adhérence des enduits au support sera de 3 kg/m² au moins à 28 jours. Aucune partie ne devra donner « creux » sous le choc du marteau.

Leur plénitude sera telle qu'une règle de 2 m promenée en tout sens ne fasse pas apparaître de différence supérieure à 0,005 m, la tolérance de verticalité sera de 0,01 m par hauteur de 3 m.

Enduit extérieur au mortier bâtard :

- Couche d'accrochage : ciment de 500 à 600 kg/m³ de sable.
- Corps de l'enduit : ciment de 250 à 350 kg/m³ et chaux hydraulique de 125 à 175 kg.
- Couche de finition : ciment de 200 à 250 kg et chaux hydraulique de 150 à 250 kg.

Le sable employé sera du 0/3 pour la couche de fond et le corps d'enduit, le sable de couche de fond comportera peu d'éléments fins, la tolérance sera de 10% de grains de Æ supérieur à 3.15 m/m et 10% de farines du fillers.

Le sable du corps de l'enduit comportera plus d'éléments fins et sera de granulométrie continue.

- Enduit intérieur en ciment :

Les murs intérieurs pour les salles d'eau recevront un enduit en ciment en 03 couches.

- Enduit au plâtre sur murs et plâtre :

Le plâtre employé sera en plâtre fin de construction, gâché à raison de 150 kg de plâtre pour 100 litres d'eau, le rapport en poids plâtre/eau étant supérieur à 1.00.

L'enduit au plâtre lisse à nue couche ne sera exécuté que sur les cloisons, son épaisseur sera comprise entre 0,005 et 0,008 m.

Pour les plafonds, il sera procédé à une deuxième couche, dressée et serrée à la taloche. La surface définitive étant réalisée à la truelle lisseuse.

2.7.3.5. Revêtement :

- Revêtement en carreaux de granit :

Tous les bureaux, hall, dégagements, W.C recevront un revêtement en carreaux du type compacte de 25 x 25 cm posés à bain de mortier de ciment sur couche de sable.

- Revêtement compact :

Pour la salle des pas perdus, on posera un revêtement de sol en compactant au premier choix les dimensions 40 x 40 cm au ciment blanc, posés au sol avec un ciment collé approprié.

- Revêtement guichet :

Le revêtement sera en marbre de premier choix d'une épaisseur de 3 cm de la partie en soubassement des guichets sur une hauteur d'un m.

- Revêtements plinthes :

Tous les locaux carrelés recevront des plinthes de 30 x 7 cm posées à bain de mortier de ciment.

- Revêtement marches et contre marches :

Les marches et contremarches recevant un revêtement en marbre, les cotes exactes seront

prises après exécution des escaliers.

- Revêtement faïence 15x15 :

Toutes les salles d'eau recevront un revêtement mural, en faïence 15/15 sur une hauteur de 1,50 m.

La pose s'effectuera à joints serrés au mortier à 350 kg ou 200 kg de ciment de chaux et 150 kg de ciment /m³ de sable rejointoyé au ciment blanc.

2.7.3.6. Menuiserie en bois :

Tous les matériaux devront répondre aux prescriptions de la dernière édition du cahier des prescriptions technique.

Les portes iso planes de 34 mm d'épaisseur comprendront une âme alvéolée en lattes de sapin disposées longitudinalement et séparées par des taquets formant travers, des revêtements d'un plaquage en okoumé 6 m/m d'épaisseur des deux (02) faces, un cadre dormant en bois du nord.

Les portes iso planes devront avoir une ossature d'un type agréé par le maître d'œuvre ou son représentant, sauf prescription spéciale.

Le contre plaqué en okoumé sera de premier choix soigneusement posé. Tous les renforcements devront être prévus de manière que l'entaille de la serrure n'affaiblisse pas la porte.

Toutes les serrures du type « a lander », les poignets, le trou de la serrure seront seuls visibles de chaque côté.

Les châssis seront posés suivant plans comprenant un montant et traverse haute de 70/50 mm d'épaisseur.

- Porte pleine :

- Type PBP1 = 94x217 cm.
- Type PBP2= 100x230 cm.

- Porte iso plane :

- Type PI1 = 94x217 cm.
- Type PI2 = 84x217 cm

- Type PI3 = 74x217 cm.
- Fenêtres :
 - Fenêtre à deux battants en bois de type FNB1 = 120x160 cm.
 - Fenêtre en bois pour sanitaire de type CHB1 = 50x60 cm.
 - Ensemble de fenêtres en bois de type EFNB1 = 180x160 cm.
 - Baie vitrée en bois de type BVB1 = 160x250 cm.
 - Ensemble de baies vitrées en bois de type 450x160 cm.
 - Guichet en forme de baie vitrée en bois de type guichet = 240x140 cm.
- Quincaillerie – Serrurerie :

Tous les articles de quincaillerie et des serrures seront du premier choix, ils seront conformes aux échantillons soumis à l'approbation du maître de l'œuvre ou de son représentant.

Les éléments de quincaillerie non soumis à mouvement et sujet à oxydation recevront avant pose une couche de peinture de minium. La quincaillerie de décoration, ses accessoires et la visserie seront, soit réalisés en matériaux inoxydables (acier, inox, aluaxide, laiton, bronze ou plastique), soit protégés par galvanisation (ou chromage).

La pose des quincailleries s'effectuera à l'aide de vis et éventuellement de fausses vis pour les entrées, les rasettes de serrures et les équerres ordinaires en tôles.

2.7.3.7. Peinture :

Le présent document décrit les travaux de peinture, ces travaux comprennent :

- Peinture extérieur à la chaux :

Le bâtiment recevra une peinture à la chaux sur tous les parements en maçonnerie.

Avant l'application de la peinture de finition, l'entrepreneur veillera à ce que les parements soient nettoyés de toutes impuretés

- Peinture vinylique :

Tous le bâtiment recevra une peinture vinylique comportant les travaux à exécuter en préparation ci-après engrenage, époussetage, rebouchage, passage de couche intermédiaire et

révision de couche de finition.

- Peinture intérieure :

Tout le bâtiment recevra une peinture vinylique appliquée sur les murs et exécutée suivant la spécification citée pour les peintures extérieures.

- Blanc gélatineux :

Tous les plafonds dont leur plancher est en corps creux recevront une peinture au blanc gélatineux y/c travaux préparatoires.

- Peinture laquée :

Tous les blocs sanitaires recevront une peinture laquée appliquée sur les murs y/c les travaux préparatoires.

- Peinture sur menuiserie en bois :

Toutes les menuiseries en bois recevront une peinture laquée composée d'une couche intermédiaire et d'une couche de finition.

- Peinture sur menuiserie métallique :

Toutes les menuiseries métalliques recevront une peinture laquée glycérophtalique. Les travaux comprendront :

- Epoussetage très soigné.
- Brossage.
- Couche intermédiaire.
- Couche de finition.

- Peinture sur tuyauterie :

La tuyauterie E.C. recevra une peinture ignifuge.

Mode d'exécution: chaque couche de peinture sera correctement croisée sauf en ce qui concerne les peintures à l'eau, les peintures vernissées et finalement lissées.

Une nouvelle couche ne sera appliquée qu'après révision complète (irrégularités effacées,

gouttes et colonnes grattées).

Une nouvelle couche ne sera appliquée qu'après séchage complet de la couche précédente avec un délai en règle générale de 48 h.

2.7.3.8. Plomberie sanitaire :

Des lavabos individuels seront posés sur console avec robinetterie mélangeuse chromée, vidange de trop plein, y compris cordon d'étanchéité en mastic le long des parois d'adossement.

Des cuvettes WC à la turque en céramique de couleur blanche avec réservoir de chasse suspendu de capacité 15 litres seront posés, avec robinet d'arrêt d'équerre Ø 10/12 en laiton brosse, une descente en PVC Ø 40 avec queue de carpe et un siphon de WC Ø 100

Des receveurs de douche en céramique seront posés dans les sanitaires, y compris colonne de pomme de douche, bonde à grille et siphon.

Des tuyaux en PVC seront posés pour l'évacuation des eaux usées, eaux pluviales et les ventilations primaires ou secondaires, comprenant colliers, coudes, fixation support.

Les diamètres utilisés seront de Ø 40, Ø 100 et Ø 200.

Pour l'alimentation en eau potable, on utilisera pour l'arrivée des tubes en acier galvanisé de Ø 20/27, pour l'installation intérieure en alimentation en eau potable, on utilisera du cuivre écroui de Ø 16/18.

2.7.3.9. Électricité :

Les conducteurs seront repérés selon les normes récentes pour toutes les canalisations monophasées, le neutre devra être de couleur bleu clair et la phase de couleur rouge.

Un conducteur U.500 V de section 1.5 mm² isolé au polychlorure de vinyle PVC à âme rigide sera utilisé pour les circuits d'éclairage.

Un conducteur U.500 V de section 2.5 mm² isolé au polychlorure de vinyle PVC à âme rigide sera utilisé pour les prises de 10/16A, d'utilisation courante.

Pour ce qui est du passage des câbles, on utilisera un conduit polyéthylène ICD/6 AE orange diamètre 9 ou 11 flexible et centrale à employer exclusivement en encastré dans les bétons, y compris la fourniture et la pose avant coulage des bétons.

Les appareils seront commandés par :

- Des interrupteurs simples allumages de 10A type LEGRAND à 1,15 mètre à partir du sol fini.
- Des interrupteurs doubles allumages de 10A type LEGRAND à 1,15 mètre à partir du sol fini.

Dans tous les bureaux seront installés des prises de courant encastrée 2 P + T / 10/16 A en 250 V monobloc à griffe type à encastrer dans les boîtes de diamètre 60.

Pour un éclairage ambiant des bureaux, on utilisera des luminaires fluorescents 4 x 20 W.

Pour la salle des pas perdus et la salle d'attente, on utilisera des diffuseurs plafonniers 4 x 40 W avec vasque prismatique claire compensée.

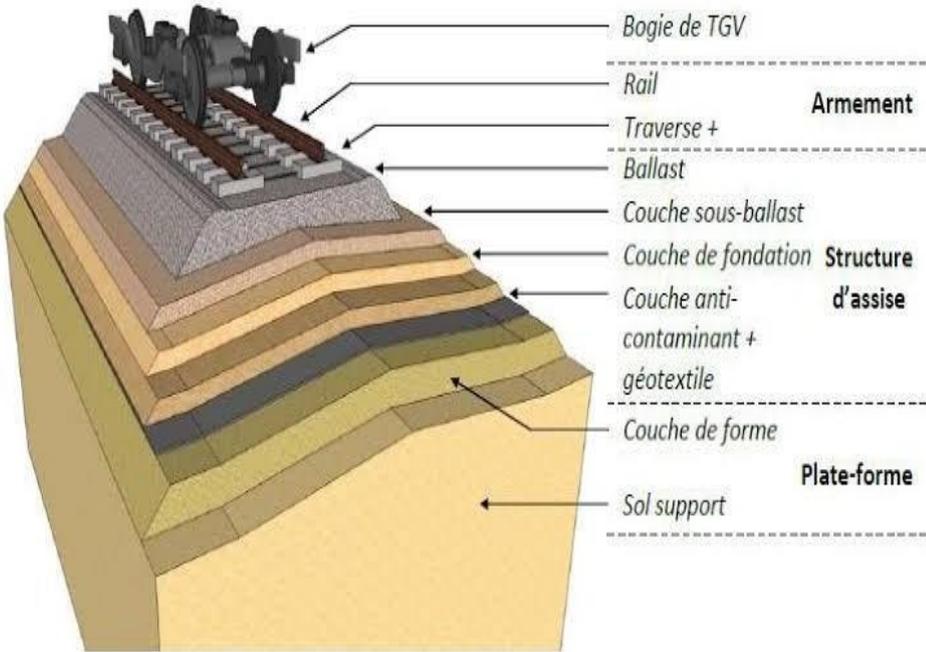
Les appliques murales de lavabo seront équipées d'une lampe lino lite de 60 W en 220 V, d'un interrupteur et d'une prise de courant.

Pour les salles d'eau, on utilisera des hublots ronds étanches équipés d'une douille E/27 avec lampe de 60 W en 220 V à incandescence.

3. Conclusion :

Dans cette présentation, nous avons essayé de mentionner ce que nous pouvions des travaux et études généraux qui ont été étudiés et appliqués dans cette ligne ferroviaire passant de l'Etat de Biskra à l'Etat de Touggourt.

CHAPITRE 4 :
Dimensionnement de la couche d'assise :



1. Généralités :

Par définition, la couche d'assise comprend la couche de ballast et la sous-couche (Sous ballast). Leurs rôles principaux sont :

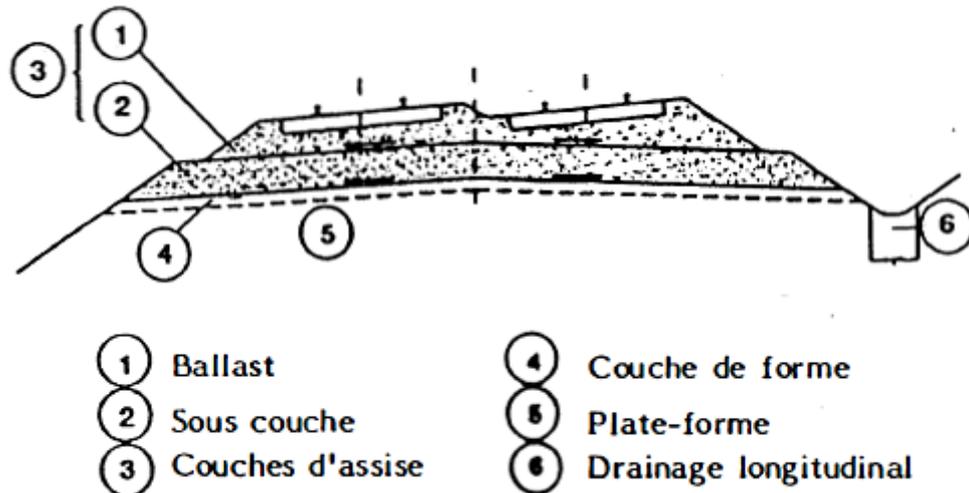


Figure4.01 : La structure de couche d'assise.

- L'amortissement des vibrations importantes provenant de contacte Rails - Roue
- La répartition des charges provenant des traversés d'une manière presque uniforme sur la plateforme
- La contribution à la stabilité longitudinale et transversale de la voie ferrée ;
- L'évacuation des eaux de ruissellement par le drainage.

2. Couche de ballast :

Le ballast est un granulat utilisé dans la construction de voies ferrées et dont 100 % de la surface des grains est entièrement concassée

2.1 Rôle :

- La transmission des efforts engendrés par le passage des trains au sol, sans que celui-ci ne se déforme par tassement.
- Le rôle du ballast est aussi d'enchâsser les traverses afin d'assurer une résistance aux déformations longitudinales, particulièrement importante pour la technique des longs rails soudés.
- Assure en raison de sa granularité particulière le drainage et l'évacuation des eaux superficielle ;
- Jeux le rôle d'un amortisseur de vibration très efficace grâce à sa propriété Rhéologique (dissipation de l'énergie de vibration par attrition (contact des éléments) .

2.2 Matériau

On utilise généralement de la pierre concassée, de granulométrie variant entre 31,5 mm et 50 mm, de type plutonique 1 : granite, diorite, etc. On utilise du gravillon fin (10mm à 35 mm) pour le nivellement. Les carrières où l'on extrait et transforme ces Matériaux sont les ballastières. Il est aussi possible d'utiliser le laitier (produit par les hauts-fourneaux).

Les éléments du ballast doivent s'imbriquer, de façon à former une masse compacte, mais perméable.

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

- Essai de la résistance à l'usure (essai Deval ou micro-Deval) .
- Essai de la résistance à la fragmentation (essai de Los Angles) .
- Essai de la résistance à la compression.

Référence normative : **NF EN 13450** Granulats pour ballasts de voies ferrées

Le ballast utilisé en chemins de fer doit avoir au moins les qualités suivantes :

- La résistance à la compression simple $R_c \geq 1400 \text{ kg/cm}^2$.
- Coefficient Micro Deval $MDE \leq 15$.
- Coefficient Los Angles sec $LA \leq 24$.
- La catégorie A du tableau 1 ci-dessous de la norme EN 13450 est exigée (Ballast 31.5/50).

Tableau4.01 : La catégorie de ballast utilisé en chemins de fer

Catégorie	Ballast d/D	Granularité pourcentage en masse de passant							
		80	63	50	40	31,5	22,4*	31,5 à 50	31,5 à 63
NF EN 13450									
A	31,5/50	100	100	70 à 99	30 à 65	1 à 25	0 à 3	≥	-

* Il est permis d'utiliser un tamis de 25 mm au lieu de 22.4 mm avec une tolérance de 0 à 5.

2.3 .Contraintes :

Le ballast subit deux types d'usure :

- Contamination par des matériaux parasites, par exemple de la terre. On procède à des désherbages, mais il est nécessaire de remplacer le ballast régulièrement.
- Tassement du ballast sous les traverses, ce qui provoque une déformation verticale de la voie. Il est alors nécessaire de réinjecter du ballast de faible granulométrie sous les traverses; ou bien de réaliser une opération d'entretien à l'aide d'une bourreuse.

3. Sous-couche :

La sous-couche est une couche d'adaptation interposée entre la couche de ballast et la plateforme, la sous-couche peut être mono ou multicouche. Elle comprend du haut vers le bas, une couche "sous ballast" en grave propre bien gradué (0/31.5) puis une couche de fondation dans le cas de mauvais sol et Enfin, s'il y a lieu une couche anti-contaminatrice complétée par des feuilles de Géotextile ou géo-membrane.

3.1. Rôle de la sous-couche :

Elle a des rôles multiples :

- Amélioration de la portance et meilleure répartition des charges transmises,
- Contribution à l'amélioration des propriétés vibratoires,
- Anticontamination entre la plateforme et la couche de ballast,
- Protection contre l'érosion et le gel,
- Evacuation des eaux de pluies.

3.2. Exigence technique :

L'épaisseur et la nature de la sous -couche d'assise dépendent :

- Des caractéristiques intrinsèques des sols de la plate-forme .
- Des conditions climatiques du site.
- Des caractéristiques hydrogéologique et hydraulique de site ;

L'épaisseur de la couche de ballast doit être prise en compte lorsque l'on dimensionne la sous-couche.

4. Plateforme :

4.1. Définition :

Partie supérieure de l'ouvrage en terre supportant la sous-couche. La plateforme est constituée de terres rapportées dans le cas d'un remblai ou du sol en place dans le cas d'un déblai.

Pour évaluer la qualité de la plateforme, il convient :

- D'apprécier la qualité de chaque sol composant la plateforme,
- D'apprécier la qualité de la plateforme complète : couche de forme + sol sous-jacent.

4.2. Classification des sols pour la plateforme :

- La qualité d'un sol dépend des deux paramètres ci-après :
- La nature géotechnique du sol; à cet égard, on utilise l'identification géotechnique.
- Les conditions hydrogéologiques et hydrologiques locales; ces conditions,

Sont réputées bonnes si :

- La couche supérieure du sol considéré est hors de toute nappe naturelle (niveau de cette dernière mesuré avant toute opération de rabattement complémentaire et en période climatique défavorable).
- La plateforme n'est pas le siège de percolations (pénétration par l'eau circulant dans le sol (éventuellement pollué)) naturelles transversales, longitudinales ou verticales nocives,
- Les eaux de pluie sont évacuées correctement de la plateforme et les dispositifs longitudinaux de drainage sont en bon état de fonctionnement. Si l'une au moins de ces trois conditions n'est pas remplie, les conditions hydrogéologiques et hydrologiques sont réputées mauvaises.
- On distingue, selon que les conditions ci-dessus soient bonnes ou mauvaises et selon les modalités de tableau, les quatre classes de *qualité 'Q Si ' 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.**

4.3. Classification des plateformes :

La portance d'une plateforme dépend de la:

- ♦ Qualité du sol constituant le corps de remblai ou du sol en place en fond de déblai.
- ♦ Qualité et de l'épaisseur de la couche de forme (lorsque cette dernière existe).

On peut distinguer, en fonction des paramètres ci-dessus les trois classes suivantes de plateformes en fonction de la qualité de leur portance :

- ♦ **P1** : Plateforme médiocre.
- ♦ **P2** : Plateforme moyenne.
- ♦ **P3** : Plateforme bonne.

Les méthodes pour effectuer ce classement sont diverses. Une de ces méthodes est donnée ci-après.

Tableau4.02 : les Classification des plateformes.

Spécifications pour le cœur du remblai ou esplanade		Capacité de support nécessaire pour la plateforme	Spécifications pour la couche de forme		
Qualité du matériel	CBR _{min} (a)		Qualité du matériel posé	CBR _{min} (b)	Épaisseur minimale (m)
QS1	2-3	P1	QS1	2-3	--
		P2	QS2	5	0.50
		P2	QS3	10-17	0.35
		P3	QS3	10-17	0.50
QS2	5	P2	QS2	5	--
		P3	QS3	10-17	0.35
QS3	10-17	P3	QS3	10-17	--

(a) Le CBR sur échantillon inaltéré lorsqu'il s'agit du terrain naturel, et sur Échantillon remoulé et compacté quand il s'agit du cœur du remblai (les échantillons doivent être saturés durant l'essai).

(b) Le CBR sur échantillon remoulé et compacté (les échantillons doivent être saturés durant l'essai)

5. Épaisseur minimale des couches d'assise :

5.1 Détermination de l'épaisseur minimale :

La formule de calcul de l'épaisseur minimal de la couche d'assise est donnée Comme suit :

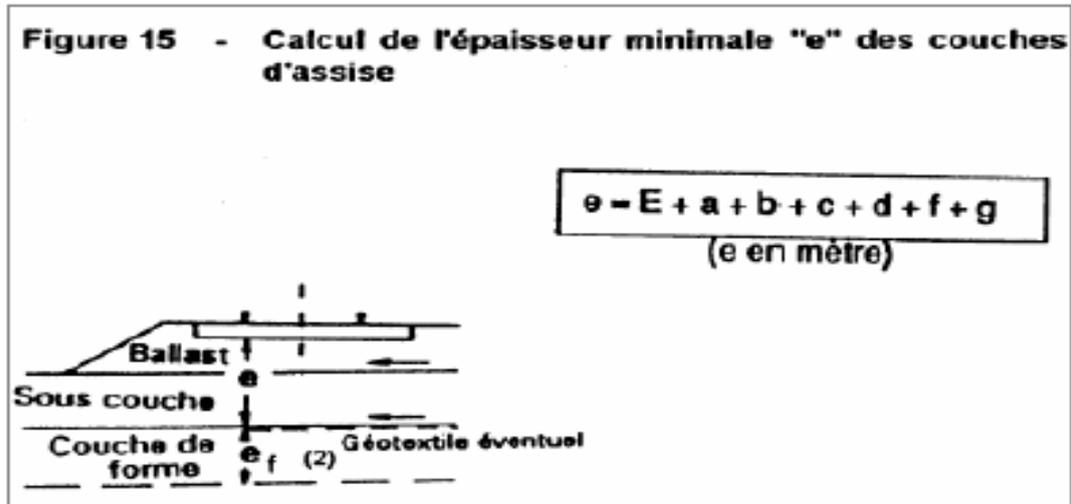


Figure 4.02 : l'épaisseur minimale de la couche d'assise

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

e : paramètre qui dépend de la qualité de portance de la plateforme. **a, b, c, d, f** et **g** sont des paramètres qui dépendent de la classe de voie, de l'armement (type de rails), de l'intensité du trafic de la voie et de vitesse du train ils sont donnés comme suit :

$e = 0,70 \text{ m}$ pour les plates-formes de classe de portance P1

$e = 0,55 \text{ m}$ pour les plates-formes de classe de portance P2

$e = 0,45 \text{ m}$ pour les plates-formes de classe de portance P3

$A = 0,00 \text{ m}$ pour les groupes UIC 1 et 2 (ou lignes à $V \geq 160 \text{ km/h}$ quel que soit le groupe UIC)

$A = -0,05 \text{ m}$ pour les groupes UIC 3 et 4

$A = -0,10 \text{ m}$ pour les groupes UIC 5, 6 et 7, 8 et 9 avec voyageurs

$A = -0,15 \text{ m}$ pour les groupes UIC 7, 8, 9 sans voyageur

$B = 0$ pour les traverses bois de longueur 2,60 m

$B = (2,50 - L)/2$ pour les traverses béton de longueur L (b en m. L en m, b peut être négatif si $L > 2,50 \text{ m}$)

$C = 0$ pour un dimensionnement normal

$C = -0,10 \text{ m}$ à titre exceptionnel pour des opérations difficiles sur les lignes existantes de groupe UIC "7, 8 et 9 sans voyageur.

C = - 0,05 m	<p>' à titre exceptionnel pour des opérations difficiles sur les lignes existantes de groupe UIC autre que "7, 8 et 9 sans voyageur"</p>
D = 0	<p>lorsque la charge maximale d'essieu des véhicules remorqués ne dépasse pas 200 kN</p>
D = + 0,05 m	<p>lorsque la charge maximale d'essieu des véhicules remorqués ne dépasse pas 225 kN</p>
D = + 0,12 m	<p>lorsque la charge maximale d'essieu des véhicules remorqués ne dépasse pas 250 kN</p>
F = 0	<p>pour toutes les lignes à $V \leq 160$ km/h et pour les Plates-formes de portance P3, des lignes à grande vitesse.</p>
F = + 0,05 m	<p>pour les plates-formes de classe de portance P2 des Lignes à grande vitesse.</p>
F = + 0,10 m	<p>pour les plates-formes de classe de portance P1 des Lignes à grande vitesse</p>
G = + géotextile	<p>lorsque la couche de forme est en sol QS1 ou QS2</p>
G = 0 (pas de géotextile)	<p>lorsque la couche de forme est en sol QS3.</p>

5.2 Classification des lignes d'UIC :

L'Union Internationale des Chemins de fer (UIC) a établi une classification des Lignes en fonction des charges de trafic supportées par l'infrastructure ainsi que Du type de trafic.

Le groupe UIC 1 correspond à des lignes très chargées et, à l'opposé, le groupe UIC9 correspond à des lignes très faiblement chargées. Ainsi que les grandes lignes du réseau ferré appartiennent en principe aux :

- Ligne de groupes (UIC 1, UIC 2, UIC 3 et UIC 4) ce sont des lignes à Grande vitesse supportant un trafic important.

• Ligne de groupes (UIC 5 et UIC 6). ce sont des lignes à moyenne vitesse supportant un trafic moyen.

• Les lignes faiblement chargées des groupes (UIC 7, UIC 8 et UIC 9)

Correspondent en général au réseau capillaire, généralement régional, dont le trafic est faible.

5.3 Classification de la qualité des sols :

Tableau4.03 : Classification de la qualité des sols .

Classification des sols (identification géotechnique)	Classe de qualité des sols
0.1 Sols organiques 0.2 Sols fins (comportant plus de 15 % de fines) foisonnées, humides et donc non compactables 0.3 Sols thixotropes (quick- Clay par exemple) 0.4 Sols comportant des matériaux solubles (sels gamme ou gypse) 0.5 Sols comportant des matériaux polluants (déchets industriel, par exemples) 0.6 Sols mixtes «minéraux organiques»	QS0 (Sols impropres)
1.1 Sols comportant plus de 40 % de fines (sauf sols 0.2) 1.2 Roches très évolutives Par exemples : - Craies de $\rho_d < 1.7 \text{ t/m}^3$ et de friabilité forte - Marnes - Schistes altérés 1.3 Sols comportant de 15 à 40 % de fines (sauf sols 0.2) 1.4 Roches évolutives Par exemples : - Craies de $\rho_d < 1.7 \text{ t/m}^3$ et de friabilité faible - Schistes non altérés 1.5 Roches tendres Par exemples : Si Micro-Deval en présence d'eau (MDE) > 40 et Los Angeles (LA) > 40 .	QS1 (Sols médiocres)
2.1 Sols comportant de 5 à 15 % de fines 2.2 Sols comportant moins de 5 % de fines mais uniformes ($CU \leq 6$) 2.3 Roches moyennement dures Par exemples : Si $25 < MDE \leq 40$ et $30 < MDE \leq 40$	QS2 (Sols moyens)

3.1 Sols comportant moins de 5 % de fines 3.2 Roches dures	QS2 (Sols moyens)
3.1 Sols comportant moins de 5 % de fines 3.2 Roches dures Par exemples : Si $MDE \leq 25$ et $LA \leq 30$	QS3 (Bons sols)

6 .Application :

On va construire une nouvelle ligne de chemins de fer sur un sol comportant de 5% à 15% de fin, La classe de portance de la plateforme est de moyenne qualité en déblai et de bonne qualité en remblai, la ligne est de groupe UIC 6 avec voyageur, les traverses ont une longueur de 1.44 m le dimensionnement est normal dans ce cas :

La charge maximale d'essieu des véhicules est égale à 25 tonne Calculer l'épaisseur de la couche d'assise.

L'épaisseur de la couche de forme : le sol de notre projet est classée en QS2 « sol Mauvais » et la classe de portance de la plate-forme est de type P3. Alors, les normes requises qui nécessitent d'être définies la couche de forme est nécessaire.

❖ Les paramètres de dimensionnement de notre projet :

- **a** = -0.1m : la classe de la ligne est UIC 5,6 et 7,8 ,9 avec voyageurs.
- **b** = $(2.5 - 2.60)/2 = 0.15\text{m}$: traverses en béton de longueur $L = 2.60\text{m}$.
- **c** = 0 : nouvelle ligne pour dimensionnement normal.
- **d** = 0.12m : la charge de l'essieu remorqué est de 250 KN.
- **f** = 0.05 : pour les plates-formes de classe de portance P2 des lignes à grande vitesse.
- **g** : + géotextile car notre sol est de type QS2.

Donc :

$$\begin{aligned}
 e &= E + a + b + c + d + f + g. \\
 &= 0.50 - 0.1 - 0.05 + 0 + 0.12 + 0.05 + \text{géotextile} \\
 &= \mathbf{0.52 \text{ m} + \text{géotextile.}}
 \end{aligned}$$

Donc :

$$e = \mathbf{0.60 \text{ m} + \text{géotextile.}}$$

La couche d'assise est compose de :

- Ballast = 30 cm
- Sous ballast = 30 cm
- Couche de forme = 50 cm

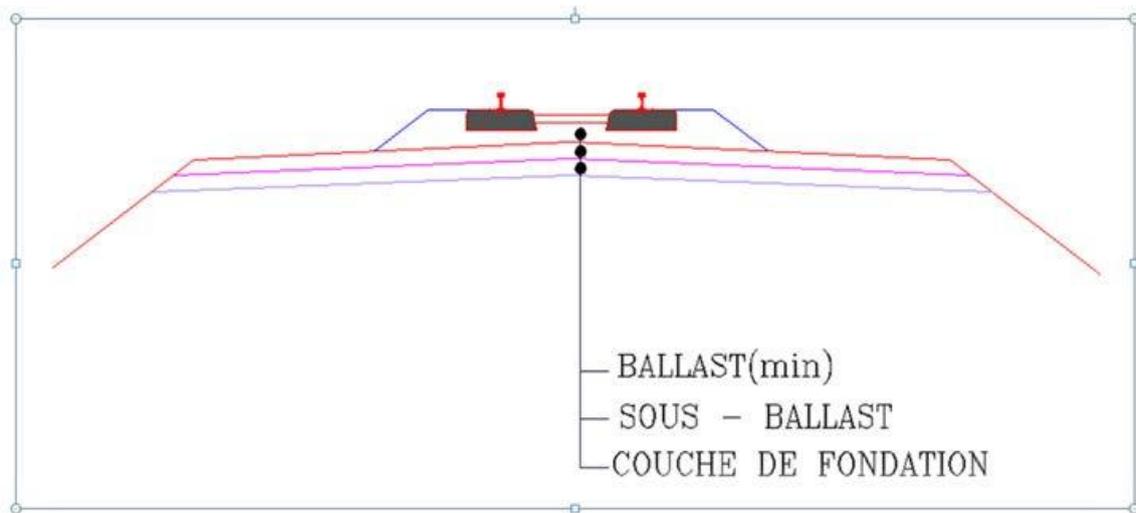


Figure 4.03 : La couche d'assise

7. Conclusion :

Le choix du type de matériaux et des dimensions de la plateforme dépend du type de sol et des conditions climatiques de la zone.

De nos jours, les exigences de sécurité nécessitent une étude détaillée des composants et matériaux d'infrastructure ferroviaire.

L'Algérie revoit ces anciennes lignes en les remplaçant par de nouveaux matériaux comme dans le cas des poutres métalliques, elles sont remplacées par des poutres bi masse.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion Générale :

Le programme de la relance économique qui a pour objet le développement durable du pays, donne une place importante et un grand intérêt au domaine des travaux publics, et Celan s'intéressant à l'amélioration et l'aménagement d'infrastructures de qualité, qui permettent d'offrir les meilleurs services pour les utilisateurs des voies ferrée et les autoroutes, et qui répondent l'offre et à la de mandéen matière détirant sport.

Notre étude de suivi du contournement ferroviaire règle le problème de bruit, d'encombrement routier tout en évitant les accidents.

Mais comme tous les projets algériens la réalisation des travaux est confrontée des obstacles de parcelles affectées et les travaux additionnelles qui retardent l'avancement des travaux suivant le planning contractuel, pour cette raison le délai à dé prolongé quatre fois et ajouter les moyen humain et matériel.

Entre temps de nouvelles constructions ont vu le jour à proximité de la ligne de contournement, une partie des objectifs ne peut pas atteinte.

Bibliographie :

- Les documents:

Rapport Mensuel d'activité Réalisation du contournement et de l'aménagement des installations ferroviaires de la ville de Biskra rentrant dans le cadre de la modernisation de la ligne El Gourzi / Touggourt sur 18.840 kms. (ANESRIF).

Polycopié de cours de la matière, Chemin de fer, 2^{eme} Année Master Option Voies et Ouvrages d'Arts, présenté par Dr. BEN AMMAR Ben Khadda, Année universitaire 2021/2022.

- Les Mémoires:

*Mémoire de 2^{eme} année master, option voies et ouvrages d'arts, thème (Suivi de la réalisation du contournement ferroviaire de la ville de BISKRA sur 18.8 km), présenté par YELLOU Abdelhamid, promotion 2022

Mémoire de 2^{eme} année master, option voies et ouvrages d'arts, thème (suivi de la Réalisation du contournement ferroviaire de la ville de BISKRA sur 18.8km), présenté par TELLIDHIA EL HAK, promotions 2019.

- Autres:

- Aides de mémoire de ferroviaire
- A inique d'autre sites (Google, wikipédia). Ministère des
- transports algériens [www.ministere-transport.gov.dz]. So ci
- exténuation le d'estran sports ferroviaire [<http://www.sntf.dz>].
- Si teinter et :projet.cvb@anesrif.dz

Annexe :

